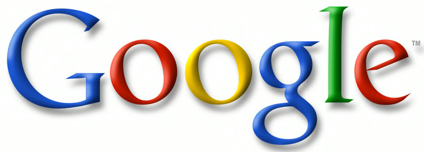
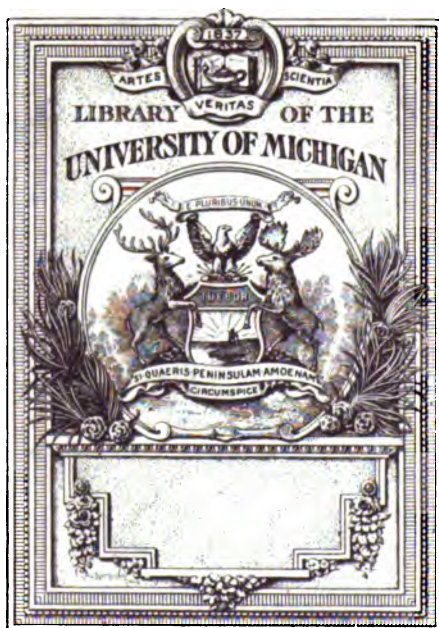





1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY
OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE

ANNALES DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Ministre des Travaux Publics.

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME XIX.

PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET Vor DALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, nº 49.

1851

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Ministre des Travaux Publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, du directeur et des professeurs de l'École des mines, et du chef de la division des mines :

MM.

Cordier, insp. gén., membre de l'Acad. des Sciences, prof. de géologie au Muséum d'hist. naturelle, président.

De Bonnard, insp. gén., membre de l'Acad. des Sciences.

Migneron, inspecteur général.

Chéron, inspecteur général.

Dufrénoy, insp. gén., directeur de l'Ecole des mines, membre de l'Acad. des sciences, prof. de minéralogie au Muséum d'histoite naturelle.

Élie de Beaumont, insp. général, memb. de l'Acad. des sciences, prof. de géologie au Collége de France et à l'Ecole des mines.

Thirria, inspecteur général.

Combes, inspecteur général. membre de l'Académie des Sciences, professeur d'exploitation des mines.

MM.

Levallois, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

Le Play, ingénieur en chef, professeur de métallurgie.

De Boureuille, ingén. en chef, chef de la division des Mines.

Michel Chevalier, ing. en chef, prof. d'économie politique au Collége de France.

De Sénarmont, ingénieur en chef, professeur de minéralogie.

Reynaud, ing., prof. d'économie et de législation des mines.

Kbelmen, ing., prof. de chimie à l'Ecole des mines et de céramique au Conservatoire des arts et métiers.

De Cheppe, ancien chef de la division des mines.

Couche, ing., prof. de chemins de fer et de construction, secrétaire de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les Annales des Mines doivent être adressés, *sous le couvert de M. le Ministre des Travaux Publics, à M. le secrétaire de la commission des Annales des Mines,* à Paris.

Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ces exemplaires leur sont distribués par les soins de M. le secrétaire de la commission. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 80 à 90 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.

MÉMOIRE

Sur une relation importante qui se manifeste, en certains cas, entre la composition atomique et la forme cristalline; et sur une nouvelle appréciation du rôle que joue la silice dans les combinaisons minérales.

Par M. DELAFOSSE, professeur de minéralogie à la Faculté des sciences de Paris (1).

Dans ce mémoire, je me propose de mettre en évidence une relation que j'ai remarquée entre la composition atomique et la forme cristalline d'un certain nombre de combinaisons minérales, relation tellement simple et naturelle qu'elle s'offre d'elle-même à l'esprit du minéralogiste, aussitôt qu'il cherche a établir une concordance entre les résultats de la cristallographie et ceux de la chimie atomique, sans faire violence aux principes généralement admis dans les deux sciences. Cette relation, toutefois, malgré le caractère de généralité que sa nature même lui assigne, ne peut encore être rendue manifeste que pour certaines classes de composés, et seulement pour les espèces dont les formes présentent un degré de symétrie assez élevé, comme celles qui appartiennent aux

(1) Ce mémoire a été présenté à l'Académie des sciences en 1848.

trois premiers systèmes cristallins ; mais les cas dans lesquels on peut déjà la reconnaître sont assez nombreux et assez variés pour ne laisser, ce me semble, aucun doute sur la réalité du principe. Je cite des exemples frappants de cette relation dans des substances de composition bien déterminée, que je choisis indistinctement parmi les divers genres de la minéralogie, en exceptant tout d'abord le groupe des silicates anhydres.

Pour les silicates et les borates en général, et notamment pour cette classe nombreuse de composés que l'on désigne communément sous le nom de silicates alumineux, la relation existe encore ; mais elle exige, pour se manifester, que l'on modifie la formule par laquelle on représente ordinairement la composition atomique de la silice, et que l'on change en même temps les rôles qu'on est dans l'habitude d'attribuer, dans ces combinaisons, à cet oxyde, à l'acide borique et à l'alumine. C'est cette circonstance qui m'a déterminé à diviser ce mémoire en deux parties, que l'on pourra regarder comme distinctes et indépendantes l'une de l'autre, bien que la seconde me semble être le complément nécessaire et comme la conséquence naturelle de la première ; mais celle-ci a cela de particulier qu'elle tend directement à son but sans s'appuyer sur aucune hypothèse nouvelle, et par conséquent elle ne perdrait rien de son importance, au cas où quelques-unes des vues que je propose dans la seconde partie viendraient à être contestées.

PREMIÈRE PARTIE.

Relation directe entre la forme cristalline et la composition atomique. — Analogie des types moléculaires et des types cristallins. — Nouveau moyen de contrôle pour les résultats d'analyses. — Exemples de construction de diverses formules atomiques.

Une des plus belles découvertes qui aient eu lieu depuis trente ans dans le domaine de la cristallographie et de la minéralogie proprement dite, est sans contredit celle de la loi que M. Mitscherlich nous a révélée sous le nom d'*isomorphisme*. C'est le pas le plus important qui ait été fait en dehors du champ de la spéculation pure, pour arriver à la confirmation de cette vue d'Ampère, que dans les substances cristallisées la forme des molécules intégrantes, et par suite celle du cristal lui-même, dépend du nombre et de la disposition respective des atomes dont les molécules sont *composées*. En faisant voir que l'analogie des *compositions* atomiques entraîne généralement comme conséquence l'analogie des formes cristallines, M. Mitscherlich a mis hors de doute l'existence d'un lien caché entre la composition et la forme. Mais quelle est la nature de cette relation? Comment telle composition atomique donne-t-elle naissance à telle forme cristalline? En quels nombres et dans quel ordre les atomes chimiques sont-ils distribués dans ce groupe moléculaire qu'on appelle la molécule physique ou intégrante du cristal, et dont dépend immédiatement la forme cristalline? C'est ce que la théorie bien connue de l'isomorphisme ne nous apprend en aucune manière, et ce qu'après maintes tentatives faites pour le découvrir, il reste encore à rechercher.

Ampère a essayé le premier de déterminer les

proportions atomiques des combinaisons, d'après certaines formes polyédriques qu'il regardait comme les formes représentatives de leurs molécules. Mais dans la construction de ces polyèdres moléculaires, il s'est appuyé uniquement sur des considérations puisées dans la théorie des volumes et dans ses propres idées sur la constitution des gaz, et n'a eu aucun égard à la forme particulière qu'affecte chaque combinaison, quand elle se présente à l'état cristallin. Il commence, en effet, par établir *à priori* les divers genres de formes, qui seuls lui paraissent pouvoir servir de types aux combinaisons chimiques, et dans ce travail préparatoire, il prend pour points de départ les cinq formes de clivage reconnues par les minéralogistes; puis, les considérant comme les formes représentatives des molécules les plus simples, il obtient celles des molécules composées, en combinant ces premières formes deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, etc.; mais, à part cette donnée générale, empruntée tout d'abord à la science cristallographique, on n'aperçoit plus rien dans les applications de sa théorie qui ait trait à la considération de la forme cristalline; bien plus, lorsque dans chaque cas particulier il est parvenu à reconnaître celle des formes représentatives générales qu'il croit pouvoir assigner à la combinaison, il ne cherche pas même à contrôler sa détermination par l'examen de la forme cristalline. Hâtons-nous de le dire, cette vérification importante n'était pas possible dans le plus grand nombre des cas auxquels il a appliqué ses idées; car la forme des substances lui était inconnue, ces substances étant pour la plupart des gaz ou des liquides.

Quelques tentatives ont été faites pour continuer l'œuvre d'Ampère et étendre ses applications aux corps solides, avec l'intention avouée de tenir compte cette fois de leurs formes cristallines. M. Gaudin a présenté à l'Académie plusieurs mémoires sur une nouvelle théorie relative au groupement des atomes dans la molécule et des molécules dans le cristal. Ce n'est rien moins qu'une refonte générale des principes de la cristallographie et le renversement complet du bel édifice élevé par les mains de l'un des fondateurs de cette science. Mais, je m'empresse de le dire, à peine entre-t-on dans l'examen de cette théorie nouvelle, qu'on reconnaît bien vite qu'elle a pour base, non pas une hypothèse unique, simple et vraisemblable, mais un enchaînement de suppositions toutes gratuites, toutes plus ou moins en opposition avec les idées généralement reçues ou avec les faits les mieux avérés. L'arbitraire y domine à tel point qu'elle se prête à tout ce qu'on lui demande, mais sans rien expliquer d'une manière satisfaisante, sans résoudre aucune des difficultés qu'elle aborde.

L'auteur suppose d'abord que dans toutes les combinaisons chimiques, les plus complexes comme les plus simples, il s'opère une dissociation complète des atomes élémentaires des composants, et qu'ensuite tous ces atomes indistinctement, par exemple tous les atomes d'oxygène qui dans les sels proviennent de l'eau, des bases et des acides, aussi bien que les atomes des radicaux, se mettent en commun, se réunissent pêle-mêle pour former un tout symétrique.

Une telle supposition n'est guère probable : car quand même on serait porté à admettre, avec

quelques chimistes, la destruction des composés binaires dans les sels pour tous les cas d'affinité énergique et de complète neutralisation, on éprouvera toujours de la difficulté à étendre cette idée aux combinaisons très-faibles, et il semblerá beaucoup plus naturel de penser que dans la combinaison d'un sel avec l'eau, par exemple, les éléments du sel anhydre forment au centre comme un noyau, en dehors duquel se placent les atomes d'eau, qu'on parvient quelquefois à lui enlever avec une force peu considérable.

L'auteur groupe ensuite les atomes simples par files inégales, qu'il entremêle et combine à son gré, et il suppose que tous les atomes, quelle que soit leur différence de nature et de poids, se placent toujours à des distances égales les unes des autres; la seule condition qu'il cherche à remplir, c'est d'employer tous ceux que lui donne la formule atomique, de façon à composer un tout qui ait une certaine harmonie ; mais la symétrie qu'il adopte est presque toujours en opposition avec celle de la forme cristalline du composé. Il me semble impossible d'admettre cette infraction à la plus simple des lois qui régissent tous les phénomènes des cristaux. J'ai cherché à montrer, en diverses occasions, que la symétrie du cristal devait dépendre de celle de sa molécule; que c'est la symétrie propre de cette molécule qui se reproduit, d'abord dans la structure interne du cristal, et ensuite dans sa forme extérieure. Je me suis même attaché à prouver que les cas d'hémiédrie sont loin d'être de simples accidents, de ces modifications passagères qu'on puisse mettre uniquement sur le compte des circonstances extérieures, mais qu'ils sont toujours la conséquence néces-

saire de la forme et de la constitution de ses molécules intégrantes. Au surplus, la vérité de ce principe résultera clairement, je l'espère, des observations mêmes qui font le sujet de ce mémoire.

La loi de symétrie, telle que l'entendent les cristallographes, n'est pas mieux observée par l'auteur de la nouvelle théorie, dans le groupement ultérieur des molécules, pour la formation du cristal. Je pourrais dire ici à quel point ce savant s'est fait illusion dans cette partie de son travail, dans quelles conséquences singulières il a été entraîné à son insu, et en quoi me semblent défectueuses les explications qu'il donne des clivages ou de l'obliquité des prismes dans certaines substances. Mais je dois attendre, pour soumettre à une critique plus approfondie l'ensemble des vues systématiques de M. Gaudin, qu'il ait achevé la publication de ses mémoires, que nous ne connaissons encore que par extraits. Il me suffit pour l'instant d'avoir montré que sa théorie est loin de résoudre d'une manière satisfaisante la question relative aux rapports de la forme et de la composition, et qu'elle laisse, par conséquent, le champ libre à ceux qui voudront entreprendre de nouvelles recherches sur cet objet important.

Quelques essais encore ont été tentés pour arriver à grouper les atomes en molécules propres à servir d'éléments aux formes cristallines. Dans son Introduction à l'étude de la chimie, publiée en 1834, M. Baudrimont partageant alors l'idée de M. Gaudin relativement à la désunion complète des atomes dans les combinaisons, a cherché de son côté à construire quelques molécules, mais en observant les lois rigoureuses de la symétrie,

et faisant en sorte que la composition atomique absolue fût d'accord avec la forme cristalline. Ainsi, pour quelques substances à cristaux cubiques, il a fait voir qu'on peut construire une molécule de cette forme avec un nombre total d'atomes élémentaires qui soit cubique, en conservant d'ailleurs exactement les proportions relatives indiquées par l'analyse. Depuis lors, dans son Traité de chimie, publié en 1844, il paraît avoir renoncé à l'idée de composer directement les molécules avec des atomes simples, et il expose sur la structure des groupes moléculaires quelques vues qui ont de l'analogie avec la manière dont j'avais moi-même envisagé la question plusieurs années auparavant, et dont les premières indications se trouvent dans le mémoire présenté par moi à l'Académie en 1840.

Je demande la permission de citer ici le passage de ce mémoire où j'annonçais déjà la première ébauche du travail, objet de la présente communication. Après avoir fait remarquer que par les seules considérations physiques et cristallographiques on ne pouvait déterminer que le *genre* du type moléculaire, c'est-à-dire qu'un ensemble de formes de même symétrie, dans lequel ce type doit se trouver compris, j'ajoutais :

« Peut-on espérer d'aller plus loin, et d'arri-
» ver à connaître, pour certaines combinaisons
» minérales, le véritable type spécifique de leur
» molécule? Nous croyons qu'on y parviendra
» quelque jour, mais ce ne sera qu'en combinant
» les données physiques et cristallographiques
» avec les résultats les plus certains de la théorie
» des atomes. Nous avons réussi à construire géo-
» métriquement certaines formules atomiques,

» en cherchant à mettre d'accord les indications » de la cristallographie et de la chimie, sans faire » aucune violence aux idées reçues dans l'une et » l'autre science; mais ce n'est point le cas de » parler ici de ces tentatives, dont l'exposé trou- » vera plus naturellement sa place dans une autre » partie de nos Recherches. »

J'ai, depuis cette époque, donné plusieurs fois des exemples de la manière de construire les molécules intégrantes d'un cristal, conformément aux doubles indications de la forme et de l'analyse, et cela, soit dans mes leçons à la Sorbonne, soit dans différents ouvrages à la rédaction desquels j'ai participé : je citerai, entre autres écrits où il en est question, l'article *Cristallisation* de l'Encyclopédie du XIXe siècle, dans lequel j'ai figuré la construction de la molécule de la pyrite d'après sa composition atomique bien connue, et de manière à rendre raison tout à la fois de la forme cubique de cette substance, du dodécaèdre pentagonal et des autres formes hémiédriques. Mais jusqu'à présent ces applications sont restées isolées; je ne les faisais qu'en passant pour ainsi dire, et sans dessein prémédité d'aborder franchement la question, pour l'étudier d'une manière spéciale comme je vais le faire en ce moment.

Voici les principes qui me guident dans le groupement des atomes en molécules cristallines. J'admets, avec Ampère, que les atomes de même espèce se placent de manière que leurs centres de gravité occupent toujours des sommets identiques du polyèdre qu'elles figurent dans l'espace, et c'est là la seule idée importante que j'emprunte à son système. En la prenant pour point de départ, et la combinant avec cette autre idée non moins

essentielle que j'exprimais tout à l'heure, savoir que la forme de la molécule doit toujours s'accorder avec celle du corps, par conséquent être une des formes mêmes de son système cristallin, je suis dans beaucoup de cas tout naturellement amené à une construction géométrique fort simple de la formule de ce corps, par le rapprochement que je fais de la loi numérique qui règle la répétition des parties extérieures dans les diverses formes du système, avec les nombres d'atomes marqués par cette formule après qu'on l'a mise sous une forme convenable, en multipliant, si cela est nécessaire, tous ses termes par un même facteur.

Or, en procédant ainsi, on s'aperçoit bientôt que les sommets du polyèdre moléculaire ne sont pas toujours occupés par des atomes simples, comme le voulait Ampère, mais qu'ils le sont aussi par des atomes complexes, et le plus souvent par des atomes de composés binaires, oxydes, sulfures, chlorures, etc. On reconnaît encore, contrairement aux idées du même savant, que l'intérieur des polyèdres moléculaires ne reste pas constamment vide, qu'au contraire leur centre est le plus souvent marqué par un atome, qui peut pareillement être simple ou composé. Dans ce cas, le plus important de tous pour l'objet que j'ai en vue dans ce mémoire, la molécule est constituée par un noyau central et par une enveloppe extérieure; et c'est cette enveloppe superficielle qui détermine de la manière la plus immédiate la forme du groupe moléculaire; c'est elle qui, distinguée et séparée avec soin du noyau dans la formule elle-même, manifeste le plus clairement la relation que j'ai annoncée, par l'accord que l'on

remarque entre les nombres d'atomes dont elle se compose et ceux des sommets de l'une des formes simples de la substance. Or, dans certaines classes de composés, la distinction de ces deux parties est facile, et se présente pour ainsi dire d'elle-même.

S'agit-il, par exemple, d'un sel hydraté, comme l'alun potassique, on sera naturellement conduit à composer le noyau avec les éléments du sel anhydre, et à rejeter vers la périphérie ou dans l'enveloppe tous les atomes d'eau, pourvu toutefois qu'il soit constant que tous, sans exception, jouent le même rôle dans la combinaison. Or les différentes espèces d'alun cristallisent sous les formes du système cubique, et dans ce système la loi de répétition des sommets, faces ou arêtes dans les formes simples, a pour expression l'échelle de nombres

6, 8, 12, 24, 48......

Si notre opinion sur la disposition des parties composantes des aluns est fondée, si les atomes d'eau sont bien réellement des atomes périphériques, il faudra que le nombre de ces atomes soit rigoureusement égal à l'un des nombres de l'échelle précédente; car, étant de même nature et jouant le même rôle dans la combinaison, ils doivent occuper tous des sommets identiques, ou bien répondre aux milieux des faces ou des arêtes d'une forme simple. Or c'est précisément ce qui a lieu, le nombre des atomes d'eau étant juste de 24 dans les aluns à base de potasse, de soude, de manganèse, de fer et de chrome.

L'alun ammoniacal, pour lequel l'analyse a donné 25 atomes d'eau, semble seul faire exception à la règle; mais cette exception n'est qu'ap-

bismuth (Wismuthblende) a très-probablement pour formule $\dddot{\bar{\text{Bi}}}.\dot{\text{Si}}^4$, la petite quantité de phosphate de fer qu'il renferme pouvant être considérée comme se trouvant à l'état de mélange.

Si l'on applique à la pharmacosidérite que nous citions tout à l'heure, et qui cristallise en cubo-tétraèdres, la remarque faite par M. Naumann au sujet de la vivianite, et d'après laquelle on doit faire une distinction importante entre la composition primitive et la composition actuelle de certains phosphates et arséniates de fer, plus ou moins altérés par une suroxydation épigénique, on pourra ramener tout le fer contenu dans ce minéral à l'état de protoxyde et écrire ainsi sa formule normale :



$$\dot{\text{Fe}}^4.\overset{\cdot\cdot\cdot\cdot\cdot}{\text{As}} + \dot{\bar{\text{H}}}^6.$$

Dans ce cas, le premier terme indiquera une molécule tétraédrique, et les six atomes d'eau correspondront aux milieux des arêtes du tétraèdre.

La Woltzite, observée par M. Fournet dans une mine de Pontgibaud, et que M. Kersten a retrouvée cristallisée dans des produits de fourneaux, a pour formule $\overset{|}{\text{Zn}}^4.\dot{\text{Zn}}$. Or, suivant le docteur Frankenheim, ce minéral présente les clivages, en même temps que les formes hémiédriques de la blende. Nous verrons plus loin que la boracite a très-probablement aussi une formule analogue aux précédentes. De toutes les espèces tétraédriques dont la composition est connue, la blende seule fait exception à la règle. Si la formule $\overset{|}{\text{Zn}}$, qu'on applique à la blende naturelle, est exacte, il faut en conclure que ce minéral dif-

fère des substances précédentes en ce que sa molécule est dépourvue d'atome central (1).

Nous venons de citer des composés dans lesquels la molécule a un centre, et où la distinction entre les atomes centraux et les atomes périphériques se fait aisément. Lorsque la molécule est dépourvue de centre, comme dans la blende, le mode de construction dans ce cas n'est plus indiqué d'une manière aussi positive par la formule atomique. Cependant on peut encore le déterminer avec une grande probabilité pour plusieurs substances en se laissant guider par certaines particularités de leurs formes. Mais ce n'est plus par un partage convenable des atomes de la formule qu'on la rend susceptible de construction, c'est en multipliant tous ses termes par un même facteur.

La formule FeS^2 est attribuée à la fois aux deux pyrites, la pyrite cubique et la pyrite prismatique *ou sperkise*. Sous cette forme simple elle peut *rendre* raison de la forme de la seconde espèce : car on peut placer l'atome du radical au centre, et les deux atomes de soufre aux extrémités d'un axe, qui dans ce système est toujours seul de son espèce. Mais pour expliquer les formes de la pyryte cubique, il faut multiplier la formule par le facteur 6. J'ai fait voir dans l'Encyclopédie du XIXe siècle (article déjà cité), que l'on pouvait construire la molécule de la pyrite commune avec six

---

(1) Si la formule de la blende naturelle était $\overset{|}{\mathrm{Zn}}{}^4.\dot{\mathrm{Zn}}$, dans les variétés pures, comme on le croyait avant le travail de Proust, ou bien $\overset{|}{\mathrm{Zn}}{}^4.\dot{\mathrm{Fe}}$ dans les variétés ferrugineuses, cette substance rentrerait alors dans le cas général, et la woltzite n'en serait qu'une modification particulière.

atomes de sperkise, en plaçant ceux-ci aux centres des faces d'un cube et donnant à leurs axes des directions croisées parfaitement correspondantes à celles des grandes arêtes terminales du dodécaèdre, ou des stries de la pyrite triglyphe. Cette construction rend très-bien compte de toutes les particularités du système de la pyrite : elle est donc naturellement indiquée par elles.

On voit qu'il est possible de construire la même formule de deux manières différentes et d'expliquer ainsi le dimorphisme d'une même combinaison chimique.

Examinons maintenant comment les choses se passent dans les systèmes hexagonaux et quadratiques. Dans les cristaux qui ont pour type générateur un prisme à base carrée ou hexagonale, il existe toujours un axe, seul de son espèce, qui, passant par le centre, va aboutir à deux sommets principaux, et relativement auquel sont symétriquement ordonnées toutes les parties latérales de ces cristaux. Cette circonstance doit se reproduire dans l'arrangement des atomes qui composent la molécule. Ainsi dans ces substances, indépendamment d'un premier groupe atomique marquant le centre de la molécule, il pourra y avoir deux autres groupes, semblables entre eux, et en général différents du premier, qui marqueront les sommets principaux ou les extrémités de l'axe, et ces trois parties une fois reconnues et séparées dans la formule, le reste se composera d'atomes d'une autre espèce encore, et qui devront correspondre, pour le nombre et les positions, aux parties latérales d'une des formes du système. C'est sur ce dernier nombre d'atomes que l'attention devra se porter alors : car c'est cette partie qui, devant

remplir la condition imposée par la forme, fournira un moyen de contrôle pour la formule elle-même.

Or les nombres des parties qui entourent l'axe dans les diverses formes d'un même système, suivent l'échelle 6, 12, 18...... dans le système du prisme hexagonal, et l'échelle 4, 8, 16...... dans le système du prisme à base carrée. C'est donc sur ces nombres que devra se régler celui des atomes latéraux, que la formule fera connaître lorsqu'on en aura séparé les groupes du centre et des sommets.

Ce moyen d'arriver à la connaissance des atomes périphériques, en défalquant de la formule les atomes relatifs au centre ou à l'axe, suppose qu'il y ait un centre ou des sommets réels dans la molécule; pour qu'il réussisse, il faut que les termes de la formule, que nous regardons comme appartenant au centre et aux sommets, ne deviennent pas nuls tous à la fois. L'application du procédé pourra donc encore avoir lieu, soit que la molécule ait un centre et point de sommets réels, soit qu'elle ait des sommets et point de centre. Citons des exemples de ces différents cas.

1° Dans le système hexagonal.

Molécules centrées, sans sommets réels.

Chabasie..... $\dddot{\text{Al}}\dot{\text{Ca}}\dot{\text{Si}}^{8}+6\dot{\text{H}}$.

Alunite..... $\dddot{\text{Al}}^{3}\dot{\text{K}}\dddot{\text{S}}^{4}+6\dot{\text{H}}$.

Chalkophyllite.. $\dddot{\text{As}}\dot{\text{Cu}}^{6}+12\dot{\text{H}}$.

Léberkise..., $\ddot{\text{F}}\text{e}+6\dot{\text{F}}\text{e}$.

Molécules à sommets, et dépourvues de centre.

Iridosmine....	$2Ir + 6Os$.
Argyrythrose...	$2\dddot{Sb} + 6\dot{Ag}$.
Proustite.....	$2\dddot{As} + 6\dot{Ag}$.
Polybasite....	$2\dddot{Sb} + 18\dot{Ag}$.
Alunogène....	$2\dddot{Al}\dddot{S}^3 + 18\dot{H}$.
Coquimbite...	$2\dddot{Fe}\dddot{S}^3 + 18\dot{H}$.
Chlorite.....	$2\dot{Mg}\dot{H}^2 + 6\dddot{Al}\dot{Mg}^3\dot{Si}^6$.
Cancrinite....	$2\ddot{C}\dot{Ca} + 6\dddot{Al}\dot{Na}\dot{Si}^6$.
Apatite......	$2CaCl + 6.\dot{Ca}^3\dddot{P}$.
Pyromorphite. .	$2PbCl + 6.\dot{Pb}^3\dddot{P}$.

2° Dans le système quadratique.

Molécules centrées, sans sommets.

Faujasite...	$\dddot{Al}\dot{Ca}\dot{Si}^{10} + 8\dot{H}$.	
Apophyllite..	$\dot{K}\dot{Ca}^8\dot{Si}^{10} + 16\dot{H}$.	
Uranite....	$\dot{Ca}\dot{U}^2\dddot{P} + 8\dot{H}$	dans la théorie de l'uranile.
Chalkolite...	$\dot{Ca}\dot{U}^2\dddot{P} + 8\dot{H}$	

Molécules à sommets.

Biarséniates et biphosphates de potasse et d'ammoniaque.
Acétate d'urane et de potasse.
Acétate d'urane et d'argent.

Pour résumer ce qui précède, on voit: 1° que dans le système cubique, lorsque la molécule est pourvue d'un centre ou noyau, si l'on désigne par A l'atome simple ou le groupe atomique qui forme

le centre ou noyau, par B, C..... les différentes sortes d'atomes simples ou composés qui font partie de l'enveloppe, et par x, y..... les nombres d'atomes périphériques de chaque espèce, la formule atomique du corps devra pouvoir se partager de manière à prendre la forme

$$A + x B + y C + \text{etc.}$$

Les facteurs x, y..... varieront d'une substance cubique à une autre, mais ne pourront recevoir d'autres valeurs que celles marquées par les nombres de l'échelle

$$6, 8, 12, 24, 48.$$

Tous les autres nombres, tels que 5, 7, 9, 11, 13..... seront nécessairement exclus : de là, comme on le voit, un moyen de contrôle pour les résultats d'analyses. Dans le plus grand nombre de cas, la formule précédente se réduit à ses deux premiers termes A + x B.

Si la substance présente le cas d'hémiédrie qui mène au tétraèdre, la formule A + x B prend ordinairement la forme simple et caractéristique A + 4 B.

Si A est nul, ou si la molécule est dépourvue de centre ou de noyau, le mode de construction n'est plus aussi clairement indiqué par la formule atomique. Cependant, dans certains cas, on parvient encore à la construire en la multipliant par un facteur convenable, ou bien en la partageant immédiatement en plusieurs termes, qui correspondent à ceux de la formule x B + y C + ...

2° Que dans le système hexagonal, si l'on suppose la molécule pourvue d'un centre A et de deux sommets principaux S, la forme atomique

se partagera de manière à prendre la forme $A + 2S + xB + yC + \ldots\ldots$, les facteurs x, y...... ne pouvant recevoir d'autres valeurs que les nombres de l'échelle

$$6, 12, 18\ldots\ldots$$

3° Que dans le système quadratique, on aura la même formule, avec une autre échelle de nombres

$$4, 8, 16\ldots\ldots$$

La distinction que nous avons établie entre le noyau central des molécules et les atomes périphériques, et surtout l'emploi que nous avons fait d'atomes composés, fonctionnant comme les atomes simples d'Ampère, nous ont permis d'arriver à des polyèdres d'un petit nombre de sommets et par conséquent à des molécules extrêmement simples, au lieu de ces polyèdres compliqués auxquels le célèbre physicien a été conduit par le développement de ses idées. Les formules atomiques elles-mêmes gardent leur simplicité ordinaire : il est rare qu'on ait besoin, pour les rendre susceptibles de construction, de multiplier leurs termes par un facteur commun, et quand cela arrive, ce facteur est toujours un nombre très-petit.

Dans les molécules à noyau central, on ne parvient le plus souvent à déterminer que la composition et la forme de l'enveloppe; quant au noyau, on ne connaît que sa composition chimique, et l'on ne sait rien de plus, si ce n'est que, malgré son état plus ou moins complexe, il occupe et marque le centre de la molécule, comme le ferait un atome simple. Du reste, la connaissance de l'enveloppe est ce qu'il y a de plus important dans la question dont il s'agit : car elle suffit pour éta-

blir une relation entre la composition et la forme, et en fournissant une condition à laquelle la formule chimique doit satisfaire, elle fournit en même temps un moyen de contrôle pour juger de son exactitude.

Il arrive quelquefois cependant qu'on peut aller plus loin, et que le noyau lui-même peut se construire, parce qu'il est formé d'une ou de plusieurs enveloppes polyédriques, concentriques à l'enveloppe extérieure. La chalkophyllite nous en a donné un exemple. On sent bien en effet que dans un système quelconque, le système cubique, je suppose, à une première enveloppe composée de six atomes et représentant un octaèdre, peut s'ajouter une autre enveloppe composée de huit atomes et représentant un cube, une troisième composée de douze atomes répondant aux faces du dodécaèdre, et ainsi de suite. Cette superposition d'enveloppes atomiques se fait suivant les mêmes lois que la combinaison des formes simples dans le système correspondant; elle confirme l'analogie que nous avons dit exister entre les types moléculaires et les types cristallins.

La relation que nous venons de reconnaître entre la forme et la composition des minéraux, ne dépend que de la considération des principes immédiats de ces corps; elle est par là même beaucoup plus simple, et en même temps mieux assurée que celle qu'on a cherché jusqu'ici à établir en s'appuyant sur le nombre total des atomes élémentaires, base incertaine et mobile, que les progrès de la chimie peuvent déplacer à tout instant. Cette relation nous paraît mise hors de doute, par les exemples suffisamment multipliés que nous en avons donnés; on en verra d'ailleurs d'au-

tres non moins remarquables dans la seconde partie de ce mémoire.

Si nous nous sommes borné à chercher ces exemples dans les trois premiers systèmes, ce n'est pas que notre principe de construction moléculaire ne pût également convenir aux trois autres; mais il s'y appliquerait d'une façon moins concluante, à cause du trop grand nombre de chances ou de combinaisons qui seraient alors possibles. Dans les premiers systèmes, les termes de l'échelle numérique sont assez peu nombreux et assez largement espacés pour qu'on ait moins à craindre l'effet du hasard sur les coïncidences observées.

SECONDE PARTIE.

Application aux silicates et aux borates de la méthode de construction des formules atomiques. — Nouvelle appréciation du rôle que jouent l'alumine, la silice et l'acide borique dans les combinaisons minérales.

Dans la première partie de ce mémoire, j'ai cherché à mettre en rapport les indications fournies par la forme et par la symétrie des cristaux avec celles qui se tirent de leur composition atomique, dans les cas où cette composition peut être regardée comme connue et représentée avec une entière exactitude. J'ai montré qu'on pouvait en déduire la forme et la structure atomique de la molécule cristalline, pour les substances des trois premiers systèmes, qui sont composées de plusieurs espèces différentes d'atomes, binaires ou ternaires, lorsqu'une de ces sortes d'atomes remplit la condition d'occuper exclusivement soit le centre du cristal dans l'un quelconque des trois systèmes,

soit les sommets de l'axe principal dans les systèmes hexagonal et quadratique; ce qui réduit le nombre absolu des atomes de cette espèce dans la molécule, à l'unité pour le cas du système cubique, et à deux seulement pour le cas des autres systèmes. Cette condition n'a pas toujours lieu parce qu'il est des substances dont la molécule est dépourvue de centre ou d'axe réel, et ne se compose que d'atomes périphériques : nous en donnerons bientôt des exemples. Mais le cas contraire se présente fréquemment, et c'est alors que se manifeste de la manière la moins douteuse et la plus sensible le rapport entre la forme et la composition.

Dans ce cas, en effet, la formule atomique doit pouvoir se décomposer en deux ou trois parties, de telle sorte qu'elle prenne la forme $A + xB$ pour les substances du premier système, et la forme $A + 2B + xC$ pour celles du second et du troisième. Cette dernière forme est susceptible de simplification, en ce que l'un ou l'autre des deux premiers termes peut devenir nul, sans que pour cela la formule perde sa signification et son importance pour l'objet que nous avons en vue, et qui est d'arriver à la construire d'une manière qui ne laisse dans l'esprit aucune incertitude. Si c'est A qui disparaît, la formule se réduit à $2B + xC$; si c'est le second terme qui s'annule, on rentre alors dans la forme $A + xC$, qui appartient déjà au système cubique. Voilà donc trois formules différentes, auxquelles peut être ramenée la composition des corps des trois premiers systèmes, savoir les formules

$$A + xB,$$
$$2B + xC,$$
$$A + 2B + xC.$$

Dans ces formules, le coefficient du dernier terme est seul variable; et, ainsi que nous l'avons établi, il ne peut varier que conformément à une loi connue d'avance, et qu'indique la forme cristalline de la substance. De là la relation que nous avons annoncée, et la possibilité de comparer dans certains cas les déterminations chimique et cristallographique, pour les contrôler l'une par l'autre.

Cette méthode de construction des formules chimiques, à l'aide des données fournies par les formes cristallines, nous a conduit à des types moléculaires d'une grande simplicité, et qui doivent ce caractère à ce que nous avons fait dépendre directement leur structure des principes immédiats du composé (oxydes, sulfures, chlorures, sels anhydres), par conséquent d'atomes complexes, binaires ou ternaires, et non pas des derniers atomes ou atomes élémentaires, comme on a toujours tenté de le faire jusqu'à présent.

Dans la première partie de ce mémoire j'ai dû borner les applications que je faisais de la méthode, à des substances choisies parmi celles dont la composition ne pouvait offrir aucune incertitude : car, on le sent parfaitement, la méthode n'a chance de réussir qu'autant que l'on peut compter sur la justesse non-seulement des analyses, mais encore de leur traduction en formules. Nous allons essayer maintenant de l'appliquer aux groupes des silicates et des borates; mais auparavant il est nécessaire de discuter la constitution chimique de ces corps, sur laquelle les opinions sont loin d'être fixées.

Le groupe des silicates est assurément l'un des plus importants de toute la minéralogie, car le nombre des espèces comprises dans ce groupe

forme à peu près les deux cinquièmes du règne minéral tout entier; et de tous les éléments immédiats des substances qui composent l'écorce terrestre, la silice est celui qui a joué le rôle le plus considérable et le plus universel. Cependant, à en juger d'après la diversité des sentiments parmi les chimistes et les minéralogistes, on ne saurait, dans l'état actuel des choses, se prononcer avec quelque certitude ni sur la véritable nature des silicates, ni sur la véritable constitution de la silice elle-même.

D'après des analogies qui nous semblent assez faibles, M. Berzélius a représenté la silice par le symbole $Si\,O^3$, et tous les minéralogistes se sont conformés à son opinion. M. Dumas, se fondant sur des raisons plus puissantes, a admis la formule $Si\,O$; M. Gaudin a proposé le symbole $Si\,O^2$ qu'adoptent aussi maintenant MM. Hermann et Naumann; enfin M. Baudrimont, partant de l'idée que l'alumine peut remplacer la silice, ce qui est loin d'être prouvé, propose de son côté la formule des sesquioxydes, $Si^2\,O^3$.

Quant au rôle que joue la silice dans les silicates naturels, on a généralement admis, avec M. Berzélius, que la silice faisait fonction d'acide à l'égard des bases de toute espèce, tant sesquioxydes que monoxydes, auxquels on la suppose unie directement. Cependant on n'a pu parvenir à fixer la capacité de saturation de cet acide qui serait singulièrement variable, puisque M. Berzélius admet des silicates dans lesquels l'acide renferme 1, 2, 3, 4, 6, 9 et 12 fois autant d'oxygène que la base, sans qu'on puisse dire réellement qu'une de ces combinaisons soit plus neutre que les autres. Lorsqu'il y a des bases de plusieurs

sortes, comme c'est le cas le plus ordinaire, et celui que présentent généralement les silicates alumineux, on opère un partage plus ou moins arbitraire de la silice entre les diverses sortes de bases, ce qui donne autant de silicates simples, que l'on suppose ensuite combinés entre eux, et l'on obtient ainsi des formules à plusieurs termes, d'une complication parfois extrême. Ainsi, d'une part incertitude sur le symbole particulier de la silice, d'une autre part incertitude plus grande encore sur les formules des silicates, que chaque chimiste ou minéralogiste établit à peu près à sa guise : tel est l'état dans lequel se présente la question des silicates, une de celles dont il importerait le plus d'avoir une solution rigoureuse, car elle intéresse vivement la chimie minérale, la minéralogie et la géologie.

Il n'est besoin, pour se convaincre de l'arbitraire qui a régné jusqu'à présent dans la traduction en formules des analyses de silicates, que de comparer entre eux les différents tableaux de ces formules que nous ont donnés les chimistes et les minéralogistes, et notamment ceux de MM. Berzélius, Beudant, Rammelsberg, Gerhardt, Laurent et Baudrimont. Il est impossible aussi, en faisant cette comparaison, de ne pas être frappé de la complication que ces formules offrent en général, et qui est telle qu'on a peine à croire qu'elles puissent représenter le véritable état des choses; et l'on est tenté de partager tous les doutes que M. Laurent a si vivement exprimés, dans son dernier travail sur cette classe de composés.

En cherchant à mettre en rapport les anciennes formules de silicates avec les données cristallographiques, je n'ai pu être surpris de voir que ces

formules ne se prêtassent en aucune façon aux tentatives que je faisais pour les construire; et persuadé d'ailleurs, par l'expérience antérieurement acquise, qu'on ne pouvait avoir confiance dans le mode de répartition de la silice entre les bases, je commençai par renoncer à ce dédoublement des formules dites rationnelles, et par revenir tout simplement aux formules brutes, qui représentent la composition relative d'une manière aussi exacte, et beaucoup moins hypothétique.

Ayant ainsi ramené toutes les formules des silicates alumineux anhydres à la forme générale $\bar{\bar{A}}l^{n}\dot{r}^{s}\bar{\bar{S}}i^{p}$, et celles des silicates hydratés à la forme $\bar{\bar{A}}l^{n}\dot{r}^{s}\bar{\bar{S}}i^{p}\dot{H}^{q}$, je remarquai qu'en général il y avait un rapport très-simple entre les quantités d'oxygène de l'alumine et de ses isomorphes et celle des bases monoxydes; et quand je cherchais à représenter ce rapport par les plus petits nombres possibles, l'exposant de l'alumine était presque toujours 1, celui de $\dot{r}$ était le plus souvent 1 ou 3, et celui de la silice éprouvait de plus grandes variations : il prenait souvent la forme fractionnaire, lorsqu'on représentait la silice par SiO^3; mais dans ce cas la fraction avait généralement pour dénominateur 3. Ce dénominateur disparaissait, et les formules prenaient une forme plus simple, avec des exposants tous entiers, lorsqu'on venait à représenter la silice par SiO, et par conséquent à substituer dans ces formules au symbole ordinaire $\bar{\bar{S}}i$ le symbole équivalent $\dot{S}i^3$. C'est ce que montrent clairement les exemples de silicates renfermés dans les tableaux suivants :

Silicates alumineux anhydres.

	FORMULES des auteurs.	SILICE = SiO^3.	SILICE = SiO.	FORMULE générale.
Orthose. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{K}\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{K}\,.\,\dddot{Si}^4$	$\dddot{Al}\,\dot{K}\,.\,\dot{Si}^{12}$	$\dddot{Al}\,\dot{r}\,.\,\dot{Si}^n$, n étant un nombre entier
Albite. . . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{Na}\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^4$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^{12}$	
Pétalite. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{Li}\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Li}\,.\,\dddot{Si}^3$	$\dddot{Al}\,\dot{Li}\,.\,\dot{Si}^{12}$	
Triphane. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Li}\,\dddot{Si}$ (1). . .	$\dddot{Al}\,\dot{Li}\,.\,\dddot{Si}^3$	$\dddot{Al}\,\dot{Li}\,.\,\dot{Si}^9$	
Oligoclase. .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Na}\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^3$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^9$	
Andésine. . .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Na}^3\,\dddot{Si}^2$. . . .	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^8$	
Amphigène.	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{K}^3\,\dddot{Si}^2$.	$\dddot{Al}\,\dot{K}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{K}\,.\,\dot{Si}^8$	
Labrador. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Ca}\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^6$	
Ryakolithe. .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Na}\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^6$	
Cordiérite. .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\,\dddot{Si}^2$.	$\dddot{Al}\,\dot{Mg}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{5}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{Mg}\,.\,\dot{Si}^5$	
Anorthite. .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^4$	
Néphéline. .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Na}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^4$	
Paranthine. .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{4}{3}}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^4$	
Émeraude. .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Bo}^3\,\dddot{Si}$	$\dddot{Al}\,\dot{Be}^3\,.\,\dddot{Si}$	$\dddot{Al}\,\dot{Be}^3\,.\,\dot{Si}^{12}$	$\dddot{Al}\,\dot{r}^3\,.\,\dot{Si}^n$
Euclase. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Be}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Be}^3\,.\,\dddot{Si}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Be}^3\,.\,\dot{Si}^6$	
Grenats. . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{r}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{r}^3\,.\,\dddot{Si}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{r}^3\,.\,\dot{Si}^6$	
Mica à 1 axe.	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Mg}^3\,\dddot{Si}$.	$\dddot{Al}\,\dot{Mg}\,.\,\dddot{Si}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Mg}^3\,.\,\dot{Si}^6$	

Silicates alumineux hydratés.

Analcime. . .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Na}^3\,\dddot{Si}^2 + 6\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}\,\dot{H}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^8\,\dot{H}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{r}\,.\,\dot{Si}^m\,\dot{H}$
Chabasie. . .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}^2 + 18\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}\,\dot{H}^6$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^8\,\dot{H}^6$	m et n étant [illegible] nombres entie[illegible]
Natrolithe. .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Na}\,\dddot{Si} + 2\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dddot{Si}^2\,\dot{H}^2$	$\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{S}^6\,\dot{H}^2$	
Faujasite. . .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}^4 + 24\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^4\,\dot{H}^6$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^{12}\,\dot{H}^6$	
Stilbite. . . .	$\dddot{Al}\,\dddot{Si}^3 + \dot{Ca}\,\dddot{Si} + 6\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^4\,\dot{H}^6$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^{12}\,\dot{H}^6$	
Laumonite. .	$3\dddot{Al}\,\dddot{Si}^2 + \dot{Ca}^3\,\dddot{Si}^2 + 13\dot{H}$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dddot{Si}^{\frac{8}{3}}\,\dot{H}^4$	$\dddot{Al}\,\dot{Ca}\,.\,\dot{Si}^8\,\dot{H}^4$	

(1) Les formules par lesquelles nous représentons la composition de la pétalite et du tripha[illegible] sont celles qui ont été données par MM. Beudant et Dufrénoy; mais les nouvelles analyses de Hag[illegible] sembleraient indiquer que ces formules ont besoin d'être modifiées.

On voit par ces tableaux que les formules des silicates alumineux tendent à prendre une forme très-simple et fort remarquable, quand on évite de les dédoubler et qu'en même temps on représente la silice par SiO, au lieu de SiO^3. Cette plus grande simplicité est déjà une raison à ajouter à celles qu'ont fait valoir plusieurs chimistes des plus distingués (MM. Dumas, Pelouze, Laurent, Ebelmen, etc.) en faveur du symbole SiO; et notre préférence pour ce symbole se trouve ensuite justifiée par la possibilité d'appliquer notre méthode de construction aux formules des silicates, application qui ne peut se faire qu'après avoir modifié ces formules dans le sens dont nous parlons. En admettant donc pour les silicates alumineux des formules semblables à celles que contient la dernière colonne des tableaux précédents, on remarquera d'abord que les quantités relatives d'oxygène de l'alumine et de la base sont toujours dans des rapports simples et tout à fait comparables à ceux que l'on observe généralement entre l'acide et la base des sels ordinaires : la première partie de ces formules semble donc représenter un aluminate tantôt neutre, tantôt tribasique, toujours d'un degré de saturation fort simple. La quantité de silice qui s'ajoute à ce noyau apparent de matière saline, se compose toujours d'un nombre entier d'atomes, comme celle de l'eau dans les silicates hydratés (*voir* le second tableau), et ce nombre parcourt dans ces variations une échelle assez étendue, que l'on peut comparer à celle des atomes d'eau de cristallisation dans les sels ordinaires : car le nombre des atomes de silice peut varier de 1 jusqu'à 30 au moins ; il est de 6 dans les grenats, de 8 dans l'amphigène, de

12 dans l'émeraude et dans l'orthose, de 30 dans l'apophyllite.

Les formules des silicates alumineux sont donc sous beaucoup de points comparables à celles des sels ordinaires hydratés, et par conséquent il était naturel de chercher si l'on ne pourrait pas les construire de la même manière, en faisant de la combinaison alumineuse un centre ou noyau salin, et des atomes de silice les éléments multiples d'une enveloppe extérieure, en rapport par sa forme avec celle de la substance cristallisée. En un mot, il s'agit d'examiner si les formules des silicates alumineux à doubles bases ne se laisseraient pas décomposer en deux parties telles que $\dddot{Al}r^n + \dot{Si}^x$, la première étant dans tous les cas un aluminate simple, et la seconde satisfaisant à la condition que les valeurs de x s'accordent avec les nombres de l'échelle, qui exprime la loi de symétrie du système. Or c'est ce qui s'observe et se manifeste de la manière la plus sensible dans les formules qui appartiennent à des substances des trois ou quatre premiers systèmes, pourvu qu'on ait soin de choisir celles qui ont été plusieurs fois analysées et dont la composition chimique peut être regardée comme connue avec exactitude. Citons des preuves de ce nouvel accord entre la composition et la forme dans le groupe de corps dont il est question.

Les principales espèces de silicates alumineux qui appartiennent au système cubique sont l'amphigène, l'analcime et les grenats. La formule de l'amphigène est $\dddot{Al}\dot{K} + \dot{Si}^8$, et le nombre 8 fait évidemment partie de l'échelle de nombres qui caractérise ce système. (*Voir* la première partie.)

L'analcime a pour formule $\dddot{A}l\dot{N}a\dot{H}^2 + \dot{S}i^8$. On peut la considérer comme un amphigène de soude dont le noyau salin serait hydraté : en regardant les deux atomes d'eau comme compris dans ce noyau, on construira la formule de la même manière que celle de l'espèce précédente.

Les grenats ont pour formule générale $\bar{A}lr^3 + \dot{S}i^6$, qui donne évidemment une molécule octaédrique, si l'on place au centre $\dddot{A}lr^3$, et les six atomes de silice dans les sommets de l'octaèdre. Mais la formule peut encore être construite d'une autre manière, un peu moins simple que la précédente, mais peut-être aussi probable, surtout si l'on fait attention que les formes les plus simples du système cubique, le cube et l'octaèdre, n'existent pas ou sont excessivement rares dans les grenats, et qu'elles ont pour remplaçants habituels le dodécaèdre rhomboïdal et le trapézoèdre. La formule $\bar{A}l\dot{r}.\dot{S}i^6$ peut d'abord s'écrire ainsi : $\dddot{A}lr + 2r\dot{S}i^3$, et en la sextuplant, on obtient $6\,\dddot{A}lr + 12r\dot{S}i^3$ On voit alors que les 6 atomes ternaires de la première espèce peuvent être placés dans les sommets des angles tétraèdres, et les 12 atomes de la seconde espèce dans les milieux des faces d'un dodécaèdre rhomboïdal ; ce qui donne une molécule dépourvue de centre réel. Cette dernière construction acquerra un plus haut degré de probabilité, si on la rapproche de celle que l'on est conduit à adopter pour la formule des idocrases.

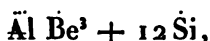
Les idocrases font partie des espèces qui cristallisent dans le système du prisme à base carrée. D'après les analyses de Richardson, il est regardé

comme constant que leur composition relative est la même que celle des grenats, et que par conséquent ces minéraux nous offrent un nouvel exemple de dimorphisme. Les idocrases ont donc la même formule brute que les grenats, savoir $\dddot{Al}\dot{r}^3.\dot{Si}^6$; mais relativement aux idocrases, cette formule doit se construire d'une tout autre façon, et c'est en effet ce qu'il est possible d'admettre : car il suffit de partir de la formule équivalente $\dddot{Al}\dot{r} + 2\dot{r}\dot{Si}^3$, et de multiplier ses deux termes par le facteur 4; on obtient pour résultat $4\dddot{Al}\dot{r} + 8\dot{r}\dot{Si}^3$, et l'on voit sans peine que les nouveaux termes correspondent aux parties extérieures d'un prisme à base carrée. Telle est donc dans ce cas la forme très-probable de la molécule cherchée, qui est encore une molécule non centrée. Nous citerons encore comme exemple de formules susceptibles de construction dans le système quadratique, celles de la gehlénite, de la paranthine ou wernérite, et de la méionite. La gehlénite a pour formule $\dddot{Al}\dot{Ca}^3 + \dot{Si}^4$: on voit que sous cette forme elle se prête d'elle-même à la construction d'une molécule centrée, à quatre sommets latéraux, ou d'une table carrée.

La wernérite et la méionite paraissent avoir une même composition relative; M. Berzélius leur assigne la même formule; elles cristallisent dans le même système, sous des formes excessivement rapprochées; aussi quelques minéralogistes ont-ils été tentés de les réunir en une seule espèce. Cependant le plus grand nombre les séparent, à cause des différences physiques et chimiques qu'elles présentent. Leur formule brute est $\dddot{Al}\dot{Ca}.\dot{Si}^4$. Cette formule peut se construire de

deux manières très-différentes dans le système quadratique : d'abord si on la met sous la forme $\dddot{Al}\dot{Ca}+\dot{Si}^4$, elle donnera une molécule centrée, d'une structure analogue à celle de la gehlénite ; puis, en multipliant par 2 les termes de cette dernière formule, on aura $2\dddot{Al}\dot{Ca}+\dot{Si}^8$, d'où l'on peut tirer une molécule centrée, à deux sommets culminants ($\dddot{Al}\dot{Ca}$), et huit sommets latéraux ($\dot{Si}$) figurant un prisme à base carrée. Il est probable que la wernérite et la méionite sont deux substances isomères, dont les molécules offrent une telle différence de structure : la wernérite, qui se laisse attaquer plus difficilement par les acides, aurait sa partie saline au centre de la molécule, tandis que la méionite, au contraire, présenterait la sienne aux deux extrémités.

L'émeraude, la néphéline, le mica à 1 axe, et *la chlorite* font partie du groupe des substances qui cristallisent en prisme hexagonal, sans présenter les modifications rhomboédriques. La formule de la première, mise sous la forme

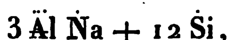


$$\dddot{Al}\,\dot{Be}^3+12\dot{Si},$$

se laisse évidemment construire en une molécule *centrée* prismatique, les 12 atomes de silice occupant les sommets d'un prisme hexaèdre régulier.

Celle de la néphéline, au premier abord, semble se refuser à donner, comme il le faudrait, un type de même genre; car, sauf la différence des bases, elle est parfaitement semblable à celle de la wernérite, et le coefficient 4 rappelle le système quadratique. Mais nous avons déjà vu que la même formule pouvait se prêter à divers modes de con-

struction, ce qui est rendu nécessaire par le principe du polymorphisme. Si l'on écrit ainsi la formule de la néphéline $\dddot{Al}\,\dot{Na} + 4\,\dot{Si}$, et que l'on multiplie ses deux termes par 3, on aura



$$3\,\dddot{Al}\,\dot{Na} + 12\,\dot{Si},$$

qui peut se construire en une molécule hexagonale, avec un centre et deux sommets, marqués tous trois par un atome de $\dddot{Al}\,\dot{Na}$.

Il est remarquable que la néphéline, qui est soluble en gelée comme la méionite, ait comme celle-ci des atomes salins placés à l'extérieur de la molécule. Nous ferons encore observer, à l'égard de la néphéline, que M. Berzélius, et après lui plusieurs minéralogistes, ont pendant longtemps assigné à cette espèce une autre formule, beaucoup moins probable, et qu'ils ont abandonnée depuis, savoir: la formule $2\,\dddot{Al}\,\dddot{Si} + \dot{Na}^2\,\dddot{Si}$, qui deviendrait dans notre système de notation $\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^{\frac{9}{2}}$; l'anomalie offerte ici par l'exposant fractionnaire de la silice, et l'impossibilité de construire une pareille formule, montrent assez qu'elle ne peut être exacte; mais de plus, notre méthode de construction, en contrôlant le résultat de l'analyse, aurait pu servir à indiquer le sens dans lequel ce résultat devait être corrigé; des deux formules $\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^4$, et $\dddot{Al}\,\dot{Na}\,.\,\dot{Si}^5$ dont se rapproche la formule en question, la première seule est admissible, parce qu'on peut la construire dans le système cristallin de la néphéline.

Le mica à 1 axe, ou mica magnésien, ayant pour formule $\dddot{Al}\,\dot{Mg}^3 + 6\,\dot{Si}$, sa molécule doit

être une table hexagonale, ayant au centre l'atome salin, et aux angles latéraux les six atomes de silice. Remarquons que la formule de ce mica est semblable, sauf la différence des bases monoxydes, à celles des grenats et des idocrases. Ces trois sortes de minéraux nous offrent donc un bel exemple de trimorphisme, c'est-à-dire de la cristallisation d'un même composé chimique dans trois différents systèmes : le cubique, le quadratique et l'hexagonal. On voit de plus que notre principe de construction se plie parfaitement aux exigences de ce fait, assez commun dans les composés naturels, et qu'il l'explique en montrant que le polymorphisme n'est en réalité qu'un cas particulier d'isomérie, qui ne diffère de l'isomérie ordinaire qu'en ce que celle-ci se rapporte uniquement à la molécule chimique, tandis que le polymorphisme n'a trait qu'à la molécule physique ou cristalline.

La chlorite a pour formule $\dddot{Al}\,\dot{Mg}^3\,\dot{Si}^6 + 2\,\dot{Mg}\,\dot{H}^2$; sa molécule se compose d'une molécule de mica magnésien avec deux sommets de plus, occupés par un atome d'hydrate de magnésie.

La pennine est une autre substance, voisine de la chlorite, et qui cristallise en romboèdre ; la formule par laquelle on représente sa composition $2\,\dot{Mg}\,\dddot{Al} + 5\,\dot{Mg}^2\,\dot{Si}^3\,\dot{H}^2$, ou $\dddot{Al}\,\dot{Mg}^6\,\dot{Si}^{\frac{15}{2}}\,\dot{H}^{10}$, ne saurait se construire sous cette forme, et demande quelque correction. Les analyses de ce minéral, faites par MM. Schweitzer et Marignac, sont loin d'offrir un accord satisfaisant.

La thomsonite est un silicate hydraté, qui appartient au système cristallin du prisme droit rhomboïdal, mais qui présente en outre cette

particularité que son prisme fondamental diffère extrêmement peu d'un prisme droit à base carrée; l'angle du prisme est en effet de 90° 40'. Cette circonstance est indiquée par la formule atomique, et le mode de construction auquel elle se prête.

La thomsonite a pour formule $\dddot{Al}\ \dot{Ca}\ \dot{Si}^4\ \dot{H}^2$: c'est une wernérite, hydratée par 2 atomes d'eau seulement. Sa moléçule doit donc être une molécule de wernérite, c'est-à-dire un prisme à base carrée, légèrement altéré par l'addition d'un atome d'eau vers chacune des bases.

La natrolithe est une autre espèce rhombique qui a pour formule $\dddot{Al}\ \dot{Na}\ \dot{H}^2\ .\ \dot{Si}^6$; c'est une analcime avec deux atomes de silice en moins dans l'enveloppe superficielle. Aussi voit-on quelquefois dans la nature les masses cristallines d'analcime passer à une substance fibreuse qui n'est rien autre chose que de la véritable natrolithe ou mésotype à base de soude. Il est évident que la formule $\dddot{Al}\ \dot{Na}\ \dot{H}^2\ .\ \dot{Si}^6$ se prête à un mode de construction compatible avec la symétrie du système rhombique.

Nous pourrions citer encore d'autres cas de silicates alumineux, dont les formules se montrent d'accord avec la cristallisation; nous pourrions également faire voir que la même concordance existe dans les silicates non alumineux; mais dans cette classe de corps, elle y est moins frappante, parce que les molécules centrées y sont plus rares. Je n'en citerai qu'un seul exemple fort remarquable. L'apophyllite cristallise en prisme droit à base carrée. M. Berzélius lui assigne pour formule $\dot{K}\ \ddot{Si}^2 + 8\ \dot{Ca}\ \ddot{Si} + 16\ \dot{H}$, qui revient à

$\dot{K}\,\dot{C}a^{8}\,\dot{S}i^{30}\,.\,\dot{H}^{16}$. Cette dernière peut se décomposer ainsi : $\dot{K}\,\dot{S}i^{6} + 8\,\dot{C}a\,\dot{S}i^{3} + 16\,\dot{H}$, et si l'on place au centre l'atome unique du silicate potassique, les 8 atomes de silicate de chaux et les 16 atomes d'eau formeront à l'entour deux enveloppes superposées, ayant l'une et l'autre la symétrie qui convient aux formes du système quadratique.

De tous les faits qui précèdent, il me semble qu'on est en droit de conclure que les combinaisons de la silice, de l'alumine et des bases monoxydes n'ont pas été envisagées jusqu'ici sous leur véritable point de vue. Ces combinaisons, formées pour la plupart à de hautes températures, ressemblent parfaitement à celles que produisent aux températures ordinaires l'eau, les acides et les bases. Mais c'est l'alumine et ses isomorphes qui *remplissent* véritablement le rôle d'acide relativement aux bases à 1 atome d'oxygène, et la silice *paraît* se comporter dans ces composés exactement comme l'eau dans les sels ordinaires.

Que l'alumine puisse jouer un tel rôle, à une température élevée, c'est ce qu'on accordera sans peine, et ce qui est d'ailleurs admis depuis longtemps. On connaît la grande affinité de l'alumine pour les alcalis, les terres alcalines et plusieurs des oxydes métalliques; on peut artificiellement préparer un bon nombre d'aluminates, et si ce genre de composés salins a paru jusqu'ici fort rare dans la nature, ne doit-on pas attribuer cette rareté apparente à la manière dont on a envisagé jusqu'ici les combinaisons siliceuses? Pour nous, les prétendus silicates doubles d'alumine et d'une base monoxyde, qui sont si communs dans la nature,

ne sont pas des silicates dans le sens propre du mot : ce sont de véritables aluminates, formés au sein d'une dissolution siliceuse, et qui ont retenu en cristallisant par refroidissement une partie du dissolvant, comme font les sels ordinaires, quand ils se forment dans l'eau à une basse température. Ce sont, en un mot, des aluminates silicatés, ou, qu'on nous passe cette expression, des aluminates hydratés par la silice, celle-ci étant en quelque sorte l'analogue de l'eau pour les hautes températures.

C'est en effet au rôle chimique de l'eau que nous sommes conduits à comparer celui de la silice; seulement il faut prendre les deux corps à des températures très-différentes pour leur trouver des aptitudes semblables. Il nous semble donc que, dans les grandes formations plutoniques, la silice a rempli principalement la fonction de véhicule ou de dissolvant par rapport aux acides et aux bases, et que loin de se comporter à l'égard de presque tous les oxydes comme un acide très-énergique, elle a montré le plus souvent un caractère d'indifférence très-marqué. Si l'on a cru jusqu'à présent le contraire, si l'on a presque toujours fait jouer à la silice le rôle d'un acide puissant à une haute température, c'est qu'on n'a pas tenu suffisamment compte de la grande fixité de ce corps, qui lui permet de prendre la place d'acides plus forts que lui, comme l'acide carbonique ou l'acide sulfurique, mais en même temps plus volatils ou moins stables. Les observations de MM. Fournet et Ebelmen sur la décomposition des silicates naturels ont montré, d'une part, que dans la nature les aluminates siliceux se décomposent suivant les mêmes lois que les sels hydratés, et, d'une autre part, que la silice le cède en énergie

à l'eau elle-même, qui peut la déplacer non-seulement à une basse température, mais encore à une température assez élevée.

M. Berzélius a rendu à la minéralogie un immense service, en prouvant que dans les composés de la nature, la silice et les oxydes métalliques étaient toujours unis entre eux dans des rapports simples et définis, et en donnant les moyens de représenter ces combinaisons par des formules. A l'époque où il a débrouillé le chaos qu'avait offert jusque-là cette partie du règne minéral, il a dû se prononcer sur le rôle que jouait la silice dans cette série de composés, et il lui a paru qu'elle avait plutôt les caractères d'un acide que ceux d'une base; la grande autorité de son nom a entraîné tous les chimistes, qui se sont de toutes parts rangés à son opinion. Il faut convenir qu'elle était en effet fort plausible à cette époque. Toutefois, il nous semble qu'on aurait pu, dès ce moment même, poser la question de savoir si la silice n'avait pas joué dans les produits de la voie sèche une troisième sorte de rôle, le rôle de corps indifférent, et si la région des hautes températures ne pouvait pas, comme celle des températures basses, avoir ses acides propres, ses bases et ses corps neutres, ceux-ci faisant à l'instar de l'eau l'office général de véhicule ou de dissolvant. Nous avons été conduit pour ainsi dire malgré nous, et par la force entraînante des faits et de leurs déductions logiques, à nous faire cette question, et à lui trouver une solution que nous livrons à l'appréciation des chimistes et que nous soumettons avec confiance à M. Berzélius lui-même (1).

(1) Ces lignes ont été écrites du vivant de l'homme illustre dont le monde savant déplore aujourd'hui la perte.

L'hydrogène et le silicium sont placés l'un à côté de l'autre dans la série électro-chimique des éléments; ces deux corps ont entre eux les plus grands rapports; ils produisent des composés gazeux, acides, et de même formule, en se combinant avec le soufre, le chlore et le fluore; en s'unissant à l'oxygène, ils forment pareillement des composés analogues, de formule identique, et qui se comportent de la même manière à des températures différentes. On sait par les belles expériences de M. Gaudin, que la silice est susceptible de fusion et même de vaporisation, et des observations fort intéressantes de M. Fournet nous ont appris que la silice avait comme l'eau la faculté de rester liquide à une température inférieure à celle de son point de fusion. D'un autre côté, le bore a aussi de grands rapports avec le silicium. Il forme avec l'oxygène un composé (l'acide borique) qui jouit aussi de la propriété de servir de dissolvant aux bases et à certains acides, comme il résulte des recherches de M. Ebelmen, et dont la capacité de saturation varie autant que celle de la silice; il forme en outre avec le soufre, le chlore et le fluore, des combinaisons analogues à celles que le silicium produit avec les mêmes corps. Tout semble donc indiquer que la silice et l'acide borique doivent avoir une composition atomique semblable, et qu'au symbole B^2O^3, par lequel la plupart des chimistes représentent l'acide borique, il faut substituer BO, en réduisant d'un tiers le poids atomique du bore. Ce changement a l'avantage de rendre plus complète l'analogie entre les composés correspondants du bore et du silicium; ceux qu'ils forment en se combinant avec le soufre, le chlore et le fluore ont alors des

formules atomiques parfaitement semblables. Mais à ces raisons purement chimiques s'en joint une autre qui nous paraît devoir décider la question. Les formules des borates ne se laissent construire qu'autant qu'on y opère le changement dont il s'agit. La boracite en fournit une preuve bien remarquable. Cette substance cristallise, comme on le sait, dans le système particulier du cube et du tétraèdre régulier. Sa formule ordinaire est $\dot{M}g^3 \dddot{B}^4$; elle devient, quand on y remplace $\dddot{B}$ par son équivalent $\dot{B}^3$, $\dot{M}g\dot{B}^4$ dans laquelle on reconnaît de suite la formule propre aux espèces tétraédriques (voir la Ire partie). Il résulte de ce qui précède que l'eau, l'acide borique et la silice sont des composés de même formule, qui peuvent jouer le même rôle à des degrés différents de température, celui de véhicule ou de dissolvant à l'égard des acides et des bases; et qu'ils peuvent reproduire, dans les diverses régions de l'échelle des températures, des formations d'un genre analogue; donner lieu, par exemple, à des sels par évaporation ou par refroidissement, en se dégageant de la combinaison qui se forme, ou bien en s'unissant avec elle.

Ces vues, si elles se confirment, ne seront pas sans importance, non-seulement pour la chimie, mais aussi pour la minéralogie et la géologie. Les analyses s'interprétant différemment, les petites corrections qui avaient lieu dans un sens se feront desormais dans une autre direction, et un grand nombre d'analyses anciennes pourront être formulées autrement qu'on ne l'avait fait jusqu'ici. Beaucoup d'analogies, dont on ne se rendait pas compte, se trouveront expliquées par

là. Le groupe des feldspaths, par exemple, réunit des espèces qui ont entre elles le plus haut degré de ressemblance, après celui qui constitue l'isomorphisme proprement dit; et cependant leurs compositions paraissent n'avoir que des rapports très-éloignés, si l'on en juge par les quatre ou cinq formules anciennes qui servent à les représenter. Par les nouvelles formules, on voit que tous les feldspaths ont un fond commun qui est un atome d'aluminate alcalin, et qu'ils ne diffèrent que par la portion variable du dissolvant que ce sel a retenu, sans doute par suite de conditions différentes de pression et de température. Les pyroxènes et les amphiboles, quand on les rapproche en un même groupe, offrent entre eux les mêmes analogies et les mêmes différences de composition et de forme que celles qui caractérisent le groupe feldspathique : c'est qu'ils ne sont pareillement que des combinaisons de la silice avec une même quantité de base à des degrés différents de saturation. En effet, les pyroxènes peuvent tous être ramenés à la formule $\dot{r}^4 \dot{S}i^8$, les amphiboles, au contraire, à la formule $\dot{r}^4 \dot{S}i^9$: ceux-ci ne diffèrent donc des premiers que par un faible excès de silice. Aussi se produisent-ils à une température un peu plus basse. Dans les porphyres pyroxéniques de l'Oural, les euphotides de la Valteline, les hypersthénites du Tyrol et les serpentines du Harz, les cristaux de pyroxène (augite, hypersthène ou diallage) se sont formés les premiers, au sein de la roche encore en fusion; puis lorsque, par le refroidissement, la température s'est abaissée au point où l'amphibole peut se produire, la pâte environnante a fourni aux cristaux de pyroxène la quan-

tité de silice nécessaire pour les faire passer, en tout ou en partie, à l'état d'amphibole, sans qu'ils perdent leur forme de pyroxène. La production de ces écorces épigéniques que l'on observe si fréquemment sur les cristaux des porphyres susmentionnés ne se conçoit bien que lorsque l'on fait jouer à la silice le rôle particulier que nous lui avons attribué.

Enfin, je ferai remarquer combien ce nouveau rôle a d'importance au point de vue de la géologie. On s'est demandé souvent au sein de quel véhicule avaient pu se former toutes ces roches plutoniques, dont les éléments se composent exclusivement de silice et de silicates : ce véhicule, c'est la silice elle-même.

Toutes les formations de substances minérales peuvent se partager entre deux grandes époques, l'époque des hautes températures et celle des températures basses; entre deux grands domaines, celui de l'eau à l'état liquide et celui du feu, où l'eau liquide se trouvait remplacée par la silice en fusion. Chacune de ces époques a eu ses produits analogues, et des composés salins ont pu se former par la double voie de l'évaporation et du refroidissement. L'acide borique a pu certainement aussi avoir sa part dans les productions de l'époque ancienne : il résulte en effet des expériences de M. Ebelmen, qu'on peut artificiellement obtenir par son moyen la cristallisation de l'alumine et des aluminates, c'est-à-dire des corps les plus réfractaires; mais nous ne pensons pas qu'on puisse inférer de ces expériences, que la nature a usé du même procédé pour produire les corindons et les spinelles. Ainsi que l'a fait remarquer avec beaucoup de raison M. Beudant, les borates

jouent dans la nature un rôle beaucoup trop minime pour qu'on puisse admettre que l'acide borique ait pu prendre une part bien active aux cristallisations formées par la voie sèche. S'il s'était trouvé fréquemment en présence de l'alumine, on devrait trouver dans la nature des borates alumineux, formés par refroidissement, et l'on sait que ce genre de produit manque presque complétement. Il nous semble que puisque la silice est susceptible aussi d'être vaporisée, quoique plus difficilement que l'acide borique, elle a pu aussi être chassée parfois, mais comme par exception, des dissolutions qu'elle avait formées. Nous sommes donc porté à lui attribuer la cristallisation, non-seulement des aluminates siliceux, mais même des aluminates purs et de l'alumine elle-même; les premiers qui sont en même temps les plus nombreux, ayant cristallisé par refroidissement (ce qui est en effet le mode de formation normal et naturel), les autres beaucoup plus rares, ayant cristallisé par évaporation du dissolvant, ce qui a dû être un cas exceptionnel.

Ce qui nous confirme dans cette opinion, relativement à l'origine des corindons et des aluminates, c'est qu'on a toujours trouvé dans ces substances une certaine quantité de silice, dont on n'a su expliquer la présence qu'en la supposant empruntée aux mortiers dans l'opération de l'analyse.

Ainsi, à l'époque où l'eau ne pouvait exister à l'état liquide sur la terre, c'était la silice qui en tenait lieu et en faisait l'office; une vaste dissolution siliceuse, contenait tous les éléments, et leur permettait d'obéir à leurs affinités respectives; peut-être même pourrait-on dire, pour rendre

plus parfaite encore l'analogie avec notre époque, qu'une partie de cette silice était en vapeur dans l'atmosphère, et qu'elle a dû s'en précipiter sous diverses formes à mesure que le globe se refroidissait; en sorte que cette époque ancienne aurait eu, comme la nôtre, ses pluies, ses neiges particulières et ses glaciers d'un autre genre. Nous nous trouverions amené ainsi, par cet ensemble de considérations, à redonner une apparence de vérité à cette opinion singulière des anciens, d'après laquelle le cristal de roche serait comme une sorte d'eau plus fortement congelée que l'eau ordinaire.

MÉMOIRE

Sur les similitudes qui existent entre les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et ceux du Berri, et sur les particularités qui peuvent conduire à expliquer le mode de formation des gîtes de ces minerais.

Par M. THIRRIA, inspecteur général des mines.

Une tournée d'inspection que j'ai faite, en août et septembre 1849, dans les départements du centre de la France, m'ayant donné l'occasion d'étudier les gîtes de minerai de fer en grains du Berri, j'ai été frappé de la grande ressemblance qui existe entre les caractères minéralogiques et géologiques de ces minerais et ceux des minerais de fer en grains de la Franche-Comté que je connais depuis longtemps.

Ma statistique minéralogique et géologique du département de la Haute-Saône, publiée en 1833, renferme une description détaillée des gîtes de minerai de fer en grains de ce département. J'ai décrit en 1834, dans une notice insérée dans le Bulletin de la Société géologique de France, les gîtes de minerai de fer en grains des environs de Montbéliard, département du Doubs (1). Il a été question des minerais de fer en grains de la Franche-

(1) Bulletin de la Société géologique de France, 1re série, tome VI, p. 32.

Comté dans un mémoire sur le terrain jura-crétacé ou néocomien de cette ancienne province, qui a été publié dans les Annales des mines de 1836 (1). Enfin, j'ai parlé de ces mêmes minerais dans une notice géologique sur les gîtes de minerai de fer en grains du terrain néocomien du département de la Haute-Marne, qui a été insérée dans les Annales des mines de 1839 (2).

Je vais résumer les principaux caractères minéralogiques et géologiques des gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté.

Caractères minéralogiques et géologiques du minerai de fer en grains de la Franche-Comté.

Le minerai de fer en grains de la Franche-Comté consiste en grains sphériques, gros ordinairement comme un pois et formés de couches concentriques de fer oxydé hydraté; structure qui ne permet pas de supposer qu'ils ont été transportés, roulés et arrondis par le frottement. Les grains ont une surface lisse; leur couleur est brunâtre; lorsqu'on les écrase, leur poussière est d'un jaune tirant sur le brun. Leur centre est occupé quelquefois par un grain de sable ou par un petit noyau d'argile ferrugineuse. Quelques grains sont creux, et la cavité centrale renferme de l'argile ferrugineuse plus ou moins endurcie.

Dans un petit nombre de gîtes, les grains de minerai ont une couleur rougeâtre, et leur poussière est d'un rouge tirant sur le jaune.

Quelquefois, les grains ont une couleur noirâtre; ils sont alors moins lourds, plus gros et d'une forme moins régulière que les grains ordinaires; la plupart d'entre eux sont creux et s'écrasent très-facilement; le fer oxydé hydraté qui les

(1) Annales des mines, 3e série, t. X, p. 95.
(2) Annales des mines, 3e série, t. XV, p. 11.

moitié, contient une forte proportion d'oxyde de manganèse, et on donne à ces minerais le nom de *mine brûlée*.

Dans la plupart des gîtes, il existe des grains de minerai qui sont attirables à l'aimant.

On trouve souvent, avec les grains de minerai, des rognons, des tubercules ou des nodules de fer oxydé hydraté, dont les uns ont une cassure fibreuse, et les autres présentent une suite de petites couches superposées. Plusieurs de ces concrétions, qui sont de véritables hématites brunes, sont creuses, cloisonnées ou géodiques.

Quelques gîtes renferment des plaquettes celluleuses de fer oxydé hydraté, offrant dans leur cassure une structure tuberculeuse plus ou moins prononcée, et empâtant souvent des grains de minerai.

On voit aussi, avec certains minerais, de petites masses globuleuses formées par la réunion de plusieurs grains de minerai accolés ensemble sous une même enveloppe de fer oxydé hydraté, qui s'est moulée sur eux.

D'autres grains sont agglomérés par un ciment calcaire plus ou moins ferrugineux et d'un aspect cristallin. Les mineurs donnent le nom de *greluches* à ces agglomérats qui sont parfois très-volumineux, et constituent alors un véritable *minerai en* roche, que l'on n'utilise pas en général, mais qui, cassé en morceaux de la grosseur d'une noix, pourrait être porté avec avantage dans les hauts-fourneaux.

Enfin, dans quelques gîtes, il existe des grains sphéroïdaux, de petites boules et surtout des rognons à structure radiée, qui sont en fer sulfuré. Les minerais qui les renferment produisent du fer

un peu cassant à chaud, et sont appelés *cuivreux* par les mineurs qui prennent la pyrite de fer pour du cuivre. Ces morceaux de fer sulfuré, lorsque les gîtes sont voisins de la surface du sol, s'oxydent et passent au fer hydroxydé par zones successives, de l'extérieur au centre (1).

J'ai recueilli, dans quelques gîtes, des fossiles à l'état ferrugineux, dont les espèces sont les mêmes que certaines espèces du terrain jurassique, et qui, en conséquence, avaient appartenu primitivement à ce terrain. Ces fossiles, qui ne sont que des noyaux intérieurs de têts organiques, se rapportent aux genres Ammonite, Hammite, Nérinée, Cirrus, Trigonie, Térébratule et Pentacrinite. J'ai vu, en outre, dans quelques rognons de fer oxydé hydraté, des empreintes bien caractérisées de fossiles jurassiques appartenant à quelques-uns de ces genres.

Les grains de minerai se présentent disséminés dans une argile ocreuse que l'on sépare par le lavage, et dont la proportion est telle que les minerais bruts rendent ordinairement du tiers au

(1) J'ai analysé, dans le laboratoire de chimie de Vesoul, plusieurs minerais réputés *cuivreux*. Voici la composition de l'un de ces minerais, qui provenait des Sept-Fontaines, commune de Sainte-Reine (Haute-Saône) (*a*)

Peroxyde de fer		0,46000
Oxyde de manganèse		0,02600
Sulfure de fer $Fe.S^2$.	Fer	0,00046
	Soufre	0,00054
Alumine soluble dans la potasse		0,08000
Argile		0,08000
Carbonate de chaux		0,36000
Eau et oxygène		6,06000
Perte		0,01500
		1,00000

(*a*) Annales des mines, 3e série, tome XV, p. 270.

sixième de leur volume en minerai propre à la fusion. Généralement, le mètre cube de minerai lavé pèse de 1.600 à 1.700 kilogrammes, et les minerais rendent, dans les hauts-fourneaux, de 33 à 36 p. 100 de fonte (1).

L'argile ocreuse dans laquelle sont épars les grains de minerai, est parfois entremêlée de sable et de grains de quartz à surface bien arrondie.

Dans quelques localités, l'argile ocreuse est endurcie par le carbonate de chaux dont elle est imprégnée. Elle forme alors une sorte d'intermédiaire entre la marne et le calcaire marneux. On ne peut en séparer les grains de minerai par le lavage, que lorsqu'elle a été exposée à l'air pendant un temps plus ou moins long jusqu'à ce qu'elle soit devenue friable. Aux minières des environs de Montbéliard, département du Doubs, et de Belfort, département du Haut-Rhin, les mineurs donnent le nom de *grabon* à cette argile ocreuse endurcie, et les minières où elle existe s'appellent des *grabonières*.

On trouve dans l'argile ocreuse, avec les grains de minerai, des nodules ou morceaux peu volumineux de calcaire marno-compacte, à surface

(1) Le minerai lavé revient ordinairement à 15 fr. le mètre cube, tous frais compris, sur les ateliers de préparation. *Les* éléments de ce prix de revient sont les suivants :

	par mèt. cube. fr.	par tonne. fr.
Foltage ou indemnité aux propriétaires du sol.	2,20	1,37
Extraction de 4 mètres cubes de minerai brut, à 0f,90 l'un.	3,60	2,40
Transport aux ateliers de lavage.	2,00	1.35
Lavage.	1,80	1,18
Curage des bassins d'épuration, à 0f,40 par mètre cube. . .	1,60	1,05
Frais accessoires.	3,80	2,53
	15,00	9,88

inégale et arrondie, de couleur jaunâtre ou rougeâtre, dans lesquels sont empâtés des grains de minerai, et dont, par conséquent, la formation est contemporaine de celle du minerai.

L'argile ocreuse où sont disséminés les grains de minerai, constitue des amas d'une forme irrégulière, dans une argile plastique dont la couleur est très-variable. Tantôt elle est verdâtre ou bleuâtre, tantôt jaunâtre ou rougeâtre. Cette argile plastique renferme, en bancs subordonnés, du sable et un conglomérat calcaire connu sous le nom de *castillot*, dans les minières des environs de Gray, département de la Haute-Saône, et de *jaunot*, dans les minières des environs de Montbéliard.

Le sable est tantôt blanc et à grains fins, tantôt rougeâtre et à grains grossiers. Dans ce dernier cas, il passe souvent à un grès friable.

Le conglomérat se compose de fragments plus ou moins arrondis de calcaire compacte, de grosseur et de forme variables, provenant du terrain jurassique. Ces fragments sont parfois réunis par un ciment calcaire, d'une pâte analogue à celle des nodules calcaires qui se trouvent dans le minerai. Le conglomérat constitue alors un véritable poudingue, dont le ciment empâte aussi assez souvent des grains de minerai; et ce qui est à remarquer, c'est que ces grains de minerai adhèrent fréquemment aux cailloux calcaires, en y formant des empreintes qui ont quelquefois de 1 à 2 millimètres de profondeur, et que d'autres empreintes ou concavités ont été produites sur ces mêmes cailloux calcaires par les parties saillantes des cailloux qui les touchent.

Les minerais de fer en grains de la Franche-Comté sont essentiellement composés de peroxyde

de fer à l'état d'hydrate, de peroxyde ou plus vraisemblablement de deutoxyde de manganèse aussi à l'état d'hydrate, d'alumine soluble dans la potasse caustique, d'argile et d'eau.

Lorsque les grains de minerai sont rougeâtres à leur surface et donnent une poussière d'un rouge plus ou moins jaunâtre, ils sont composés presque entièrement de peroxyde de fer anhydre (1). Ces minerais ne sont pas accompagnés de nodules calcaires, ou du moins ceux-ci y sont en très-petit nombre. Les mineurs leur donnent le nom de *mine rouge*, et ils appellent *mine grise* les minerais composés de peroxyde de fer hydraté et qui sont entremêlés de nodules calcaires. Dans les usines, la *mine rouge* est appelée *mine froide*, et la *mine grise* est désignée sous le nom de *mine chaude*, parce que, pour la fusion dans les hauts-fourneaux, il faut ajouter aux minerais avec lesquels ne se trouvent pas de parties calcaires, une proportion de castine beaucoup plus grande que celle qu'exigent les minerais qui contiennent de ces parties calcaires. Un autre fait à signaler, c'est que la *mine rouge* se trouve toujours à une faible distance de la surface du sol, qu'elle n'est jamais re-

(1) M. Berthier a analysé un minerai en grains de couleur rouge, provenant des environs de Dôle (Jura), dont la composition est la suivante (*a*) :

Peroxyde de fer.	0,579
Alumine soluble.	0,125
Argile.	0,166
Eau.	0,130
	1,000

L'eau provenait, en majeure partie, de l'argile et de l'alumine.

(*a*) Traité des essais par la voie sèche, t. II, p. [illegible].

couverte par le conglomérat calcaire appelé *castillot* ou *jaunot*, et que, lorsque les deux espèces de minerai existent dans la même localité, la *mine rouge* forme constamment les affleurements des dépôts de *mine grise*, ou bien se présente au-dessus de ces dépôts. Je donnerai plus loin une explication de ces différents faits (1).

Le peroxyde de fer du minerai en grains contient accidentellement de l'alumino-silicate de protoxyde de fer et du phosphate de fer ou du phosphate d'alumine. C'est au composé d'alumine, de silice et de protoxyde de fer, analogue à la Chamoisite d'après M. Berthier, que certains minerais doivent leur vertu magnétique. La présence du phosphate de fer ou du phosphate d'alumine rend les minerais phosphoreux, et alors les fers qui proviennent de ces minerais sont un peu cassants à froid (2).

Dans le département de la Haute-Saône, les gîtes de minerai de fer en grains ne sont recouverts par aucun dépôt se rapportant, d'une manière évidente, à l'époque tertiaire; mais on a trouvé, dans quelques minières, des dents et des ossements

---

(1) Pour les minerais oolitiques oxfordiens du deuxième étage du terrain jurassique, il existe aussi des *mines rouges* et des *mines grises*. Les minerais dits *mines rouges* ne renferment pas ou presque pas de parties calcaires; ils sont composés de peroxyde de fer anhydre, à poussière rouge; ils sont toujours voisins de la surface du sol, et, dans les localités où l'on trouve les deux minerais, la *mine rouge* se montre toujours au-dessus des couches de la *mine grise*, ou bien constitue les affleurements de ces couches. Les minières des environs de Percey-le-Grand (Haute-Saône), de Latrecey (Haute-Marne) et de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or) offrent de nombreux exemples des deux sortes de minerais oxfordiens.

(2) J'ai analysé, dans le laboratoire de chimie de Vesoul,

de Mastodontes appartenant à des espèces qui vivaient à cette époque. D'ailleurs, ces gîtes, considérés dans leur ensemble, se trouvent dans la même grande dépression du terrain jurassique qu'un terrain tertiaire lacustre dans lequel abondent les Lymnées et les Paludines, et dont la formation est, selon toute vraisemblance, contemporaine de celle du minerai en grains.

Dans les départements du Doubs et du Haut-Rhin, aux minières de Nommay, de Charmont et de Chatenois, près de Montbéliard et de Belfort, l'argile ocreuse endurcie dite *grabon*, dans laquelle se trouve disséminé le minerai en grains,

---

plusieurs minerais en grains de la Haute-Saône contenant du phosphate de fer, notamment les minerais de Lavaivre et du Moulemont.

(*a*) Le minerai en grains de Lavaivre, commune de Raze, a la composition suivante :

Peroxyde de fer		0,4920
Oxyde de manganèse		0,0220
Acide phosphorique		0,0011
Alumine soluble		0,0880
Argile.	Silice	0,1500
	Alumine	0.1140
Carbonate de chaux		0,0360
Eau et oxygène		0,1360
Perte		0,0109
		1,0000

(*b*) Le minerai en grains du Moulemont, même commune de Raze, est composé comme il suit :

Peroxyde de fer	0,4640
Oxyde de manganèse	0.0170
Acide phosphorique	9,0034
Alumine soluble	0,0360
Argile	0,2840
Carbonate de chaux	0,0140
Eau et oxygène	0,1640
Perte	0,0076
	1,0000

(*a*) Annales des mines, 3ᵉ série, t. XIV, p. 209.
(*b*) Annales des mines, 4ᵉ série, t. XVIII, p. 187.

est recouverte par des lambeaux de marnes, dont la puissance est de 3 mètres, et qui renferment une petite couche de liguite épaisse au plus de $0^m.30$. On trouve dans ces marnes un grand nombre de fossiles d'eau douce, tels que Paludines, Planorbes, Mélanies et Néritines.

Les gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté reposent sur des calcaires du terrain jurassique, dont les surfaces, formant les parois des minières, sont toujours lisses et bosselées, comme si elles avaient subi l'action d'un liquide corrosif. On trouve le minerai tantôt dans de vastes dépressions dont le fond est crevassé, tantôt dans des fentes, dans des poches, dans des entonnoirs ou dans des boyaux souterrains extrêmement sinueux, tantôt au-dessous des parties saillantes des roches jurassiques. Je pourrais citer un grand nombre de localités où l'on a cru que le minerai formait des couches subordonnées aux assises du terrain jurassique, parce qu'il se présentait dans de vastes crevasses à peu près horizontales, dont les parois étaient sensiblement parallèles à la stratification de ce terrain. Dans tous les cas, les calcaires sur lesquels reposent les gîtes ou qui les encaissent, ont leurs surfaces polies; et ce fait géologique a une grande importance par les conséquences que l'on peut en tirer sur les causes qui ont présidé à la formation du minerai.

Caractères minéralogiques et géologiques des minerais de fer en grains du Berri.

Il résulte des observations que j'ai faites en 1849, en visitant les principales exploitations du département du Cher, et de la description des minières de ce département, publiée en 1850 par M. l'ingénieur des mines Bertera (1), que les

(1) Texte explicatif de la carte géologique du départe-

gîtes de minerai de fer en grains du Berri présentent les mêmes caractères minéralogiques et géologiques que ceux de la Franche-Comté.

Le minerai du Berri consiste en grains sphéroïdaux de fer oxydé hydraté, disposé en couches concentriques. Ces grains, dont la grosseur ordinaire est celle d'un pois, sont d'un brun clair et ont leur surface lisse. On voit fréquemment à leur centre, lorsqu'on les brise, un petit grain de sable ou un petit noyau d'argile. Ils sont accompagnés :

1° De rognons de fer oxydé hydraté, à surface tuberculeuse et polie, dont la structure indique qu'ils ont été formés, à la manière des concrétions, par dépôts successifs;

2° De plaquettes de fer oxydé hydraté caverneuses, qui, par leur structure, ont aussi le caractère des concrétions;

3° D'agglomérats de grains de minerai réunis par un ciment calcaire ferrugineux plus ou moins cristallin, agglomérats qui sont souvent très-volumineux et ressemblent tout à fait aux *greluches* que l'on rencontre avec les minerais en grains de la Franche-Comté;

4° De nodules calcaires empâtant des grains de minerai.

Comme en Franche-Comté, il existe des minerais qui sont constitués par du peroxyde de fer anhydre, dont la surface est rougeâtre, et qui ont une poussière rouge toujours un peu jaunâtre; ces minerais, que l'on nomme aussi *mine rouge* ou *mine froide*, renferment peu ou point de nodules

---

ment du Cher, dressée par MM. Boulanger et Bertera, ingénieurs des mines.

calcaires ; ils sont toujours voisins de la surface du sol, et lorsqu'ils se rencontrent avec les minerais appelés *mine grise* ou *mine chaude*, c'est-à-dire avec ceux qui sont accompagnés de nodules calcaires, ils se trouvent constamment au-dessus des dépôts de ces derniers minerais, ou bien ils en forment les zones d'affleurement.

Les minerais en grains du Berri se présentent disséminés dans une argile ocreuse qui, presque toujours, est un peu sablonneuse et renferme de petits grains de quartz à surface arrondie. Cette argile ocreuse forme des amas irréguliers dans une argile verdâtre, jaunâtre ou grisâtre, qui est souvent endurcie, et que les mineurs nomment alors *conroué*. Cette argile endurcie est analogue au *grabon* des minières des environs de Montbéliard et de Belfort, et elle empâte aussi des grains de minerai.

Le dépôt argileux où se trouvent les amas de minerai, offre dans sa partie supérieure, en bancs subordonnés, du sable tantôt fin, tantôt grossier, souvent ferrugineux, et un conglomérat calcaire composé de fragments plus ou moins arrondis, provenant du terrain jurassique ou du terrain tertiaire, lesquels sont, assez souvent, réunis par un ciment calcaire parsemé de grains de minerai. Ce conglomérat, auquel les mineurs donnent le nom de *castillard*, est analogue au *castillot* des minières des environs de Gray, ou au *jaunot* des minières des environs de Montbéliard et de Belfort.

Les minerais bruts du Berri rendent ordinairement, par le lavage, de la moitié au cinquième de leur volume en minerai bon à fondre. Le poids du mètre cube de minerai lavé varie de 1.700 à 1.800 kilogrammes, et les minerais produisent,

par la fusion dans les hauts-fourneaux, de 38 à 40 p. 100 de fonte (1).

Les gîtes de minerai de fer sont recouverts, dans plusieurs localités, par un calcaire tertiaire tantôt marno-compacte, tantôt compacte, tantôt un peu cristallin. Ce calcaire a toujours un aspect carié, et il devient quelquefois profondément caverneux. Dans plusieurs localités, il est siliceux et renferme des rognons de silex celluleux de couleur blonde ou rosée, qui passe au quartz résinite. Il renferme, souvent en abondance, des fossiles d'eau douce appartenant aux genres Lymnée, Paludine et Hélice.

Le calcaire tertiaire empâte assez fréquemment des grains de minerai, qui s'y présentent irrégulièrement disséminés. C'est ce calcaire que les mineurs appellent *roc mineux*, et qui leur sert d'*indice* dans la recherche du minerai.

Les gîtes de minerai en grains du Berri se présentent dans des dépressions, des poches, des entonnoirs, des crevasses ou des anfractuosités de calcaires compactes ou marno-compactes appartenant au deuxième étage du terrain jurassique. Comme en Franche-Comté, les surfaces de ces calcaires, au contact des dépôts de minerai, sont

(1) Le minerai lavé revient en général, sur les lavoirs, à 10 fr. le mètre cube, tous frais compris. Ce prix de revient se décompose comme il suit :

	par mètre cube. fr.	par tonne. fr.
Foltage ou indemnité aux propriétaires du sol.	4,00	2,30
Extraction de 3 mèt. cub. de minerai brut, à 0f,80 l'un.	2,40	1,41
Transport aux lavoirs.	0,60	0,33
Lavage.	1,50	0,85
Frais accessoires.	1,50	0,85
	10,00	5,74

toujours polies et mamelonnées, et leur apparence est la même que celle des parois des grottes. La constance de ce fait géologique fort important trouvera plus tard son explication.

Age des minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri.

Les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et ceux du Berri ont été formés à la même époque et dans les mêmes circonstances, puisque leurs caractères minéralogiques et géologiques sont identiques. Bien que les gîtes de la Franche-Comté ne se soient montrés jusqu'à présent recouverts par le terrain tertiaire que dans une seule localité, près de Montbéliard et de Belfort, cette superposition suffit pour démontrer qu'ils appartiennent à l'époque tertiaire, comme les minerais du Berri. D'ailleurs, à très-peu de distance des minières de Gray, département de la Haute-Saône, aux minières de Beire-le-Châtel et du Magny-Saint-Médard, près de Mirebeau, département de la Côte-d'Or, j'ai observé des gîtes fort étendus de minerai de fer en grains dans une couche d'argile plastique située très-distinctement entre deux couches de calcaire d'eau douce avec Planorbes et Lymnées. La couche de ce calcaire, sur laquelle repose le dépôt de minerai, n'a qu'une faible épaisseur, tandis que la couche supérieure a plusieurs mètres de puissance, et toutes les deux empâtent des grains de minerai. J'ai mentionné ce fait intéressant dans l'un des mémoires précités (1).

Ainsi, il paraît bien certain que les gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté et ceux

---

(1) Notice géologique sur les gîtes de minerai de fer du terrain néocomien du département de la Haute-Marne. (Annales des mines, 3e série, tome XV, page 12.)

du Berri sont contemporains du terrain tertiaire lacustre; et comme ce terrain se rapporte vraisemblablement à l'étage moyen des terrains tertiaires, c'est-à-dire au terrain miocène qui comprend, dans le bassin de Paris, le calcaire siliceux, les meulières et le grès de Fontainebleau, on est fondé à admettre que les gîtes dont il s'agit sont synchroniques du terrain tertiaire miocène.

Les gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté, comme ceux du Berri, ont été remaniés à l'époque diluvienne. Les gîtes qui ont éprouvé ce remaniement, sont de deux sortes : les uns ont été déplacés et transportés à des distances plus ou moins grandes de leur position originaire; les autres ont simplement subi, sans être déplacés, l'action des eaux diluviennes qui les ont agités à leur surface plus ou moins profondément, et les ont entremêlés des détritus qu'elles charriaient. Gîtes remaniés à l'époque diluvienne.

Les gîtes de la Franche-Comté n'étant jamais recouverts par les calcaires tertiaires lacustres, et se trouvant rarement au-dessous d'assises résistantes, ont été plus exposés que les gîtes du Berri au remaniement diluvien.

Les gîtes remaniés et ceux qui n'ont pas été soumis à l'action des eaux diluviennes, présentent des différences notables :

1° Les minerais remaniés sont accompagnés d'un grand nombre de grains brisés et de fragments ferrugineux; ils offrent des détritus provenant d'autres terrains que du terrain jurassique, tandis qu'on ne trouve dans les gîtes intacts que des débris de ce terrain, indépendamment du sable et des grains quartzeux.

2° Les argiles qui recouvrent les gîtes remaniés,

sont en général beaucoup plus sablonneuses que celles qui accompagnent les dépôts sur lesquels n'ont pas agi les eaux diluviennes. Ces argiles ne sont jamais endurcies; et c'est uniquement au-dessus des gîtes non remaniés que se trouvent les argiles appelées *grabon* en Franche-Comté, et *conroué* dans le Berri.

3° On ne voit jamais au-dessus des gîtes remaniés, le conglomérat calcaire auquel on donne le nom de *castillot* ou de *jaunot* en Franche-Comté, et de *castillard* dans le Berri.

4° Les fossiles du terrain jurassique que renferment les gîtes intacts, sont tous ferrugineux, tandis qu'on en rencontre, et quelquefois en grand nombre, avec les minerais remaniés, qui sont tantôt à l'état calcaire, tantôt à l'état siliceux.

5° Les minerais remaniés sont généralement très-voisins de la surface du sol; et les gîtes qu'on exploite dans la profondeur, sont toujours constitués par des minerais sur lesquels les eaux diluviennes n'ont point exercé leur action.

6° Les minerais remaniés sont ordinairement entremêlés d'une plus forte proportion d'argile ocreuse, de sorte qu'ils produisent par le lavage, à volume égal, moins de minerai propre à la fusion que les minerais qui appartiennent encore au terrain tertiaire; ils rendent aussi moins de fonte que ceux-ci dans les hauts-fourneaux, par la raison qu'ils pèsent toujours moins à volume égal, la proportion des fragments quartzeux et autres que le lavage y laisse, étant plus considérable.

7° Les calcaires jurassiques sur lesquels reposent les gîtes remaniés, lorsqu'ils ont été déplacés, n'ont pas leurs surfaces lisses et bosselées comme les calcaires qui constituent les dépressions, les fentes,

les entonnoirs, les poches et les boyaux où se trouvent les gîtes que les eaux diluviennes n'ont point attaqués.

8° Enfin, les gîtes intacts reposent constamment sur des calcaires appartenant au terrain jurassique, tandis qu'on peut être certain, quand des gîtes se présentent soit sur des calcaires plus anciens, soit sur des grès, des schistes ou d'autres roches, que leurs minerais ont été remaniés.

Les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri ont été produits vraisemblablement par des sources d'eaux minérales et thermales, chargées de gaz acide carbonique.

Il me paraît très-probable que les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri sont le produit de sources d'eaux minérales et thermales, dans lesquelles le fer et le manganèse se trouvaient à l'état de carbonates de protoxyde. On sait, en effet, que ces deux carbonates, de même que le carbonate de chaux, sont solubles dans l'eau chargée d'acide carbonique, et si l'on admet que des sources tenant en dissolution ces deux substances, ont surgi du terrain jurassique à l'époque de la formation de l'étage moyen des terrains tertiaires, on expliquera parfaitement le mode de formation des minerais de fer en grains et toutes les circonstances de leur gisement. Je vais exposer les considérations qui me portent à penser que telle est l'origine des dépôts de minerai de fer, dont j'ai résumé ci-dessus les principaux caractères minéralogiques et géologiques.

Je dirai d'abord qu'un fait géologique de l'époque actuelle, qu'on observe au lac desséché de Wehr, près du lac de Laach, dans le grand-duché de Bade, me semble jeter beaucoup de jour sur l'origine des dépôts de minerai de fer en grains (1). En effet, il

(1) Bulletin de la Société géologique de France, 1re série, tome VI, page 37.

existe à Wehr des sources d'eaux minérales chargées de carbonate de fer, qui forment, dans un marais, un dépôt de 4 à 5 mètres de puissance, composé de deux assises distinctes. L'assise inférieure, qui a 0^m,66 d'épaisseur, est constituée par du carbonate de fer blanc et terreux; l'assise supérieure, dont la puissance varie de 3 à 4 mètres, se compose de fer oxydé hydraté présentant çà et là des masses concrétionnées à structure concentrique; et ce qui est très-remarquable, c'est que le carbonate de fer se transforme continuellement en fer oxydé hydraté sous l'influence des agents atmosphériques, de sorte que l'épaisseur du dépôt ocreux augmente journellement.

On sait que les sources minérales de Carlsbad en Bohême, de Saint-Philippe en Toscane, et de Tivoli près de Rome, produisent aujourd'hui des pisolites calcaires, en arrivant au jour. Pourquoi n'admettrait-on pas que des sources d'eaux minérales et thermales, chargées d'acide carbonique et tenant en dissolution les carbonates de fer et de manganèse, surgissaient, à l'époque de la formation de l'étage moyen des terrains tertiaires, dans des lacs d'eau douce où affluaient des torrents qui charriaient des matières sablonneuses et argileuses, et que les deux carbonates se sont séparés des eaux minérales, lors de leur arrivée au jour, par suite de la diminution de la pression à laquelle elles étaient soumises dans leurs conduits souterrains, d'où résultait le dégagement de la majeure partie du gaz acide carbonique?

De petits grains de sable ou des parties argileuses, qui avaient été amenés de la surface par les torrents, et que les eaux des lacs tenaient en suspension, ont servi de centres d'attraction moléculaire et se sont recouverts successivement de

pellicules de carbonates de fer et de manganèse. Les globules qui se formaient ainsi, ont cessé de recevoir de nouvelles enveloppes, lorsque, leur poids l'emportant sur la densité du liquide environnant et sur la force ascensionnelle des eaux minérales qui les tenait soulevés et les agitait dans l'eau des lacs, ils se sont précipités au fond du liquide. Là, sous l'influence de l'oxygène en dissolution dans cette eau, les carbonates de fer et de manganèse se sont suroxydés, et se sont transformés en hydrates de peroxyde de fer et de peroxyde ou de deutoxyde de manganèse. On sait, en effet, que les carbonates de fer et de manganèse sont très-peu stables, et qu'ils abandonnent très-promptement leur acide carbonique; on sait aussi que l'eau, au contact de l'oxygène de l'air, absorbe une quantité d'oxygène égale à celle qu'elle dissoudrait, si elle se trouvait en présence d'une atmosphère de ce gaz seul, qui exercerait une pression cinq fois moins considérable que celle de notre atmosphère, l'oxygène entrant pour un cinquième en volume dans la composition de l'air atmosphérique.

On remarque à Carlsbad, à Saint-Philippe et à Tivoli, que les pisolites calcaires, déposées par les sources minérales, n'ont pas toujours un grain de sable ou un globule d'argile à leur centre, et que parfois le petit noyau central, autour duquel chaque pisolite a commencé à se former, est lui-même entièrement calcaire comme toutes les couches qui l'enveloppent (1). De même, pour les minerais de fer, on ne voit pas toujours au centre des grains, en les brisant, un grain de sable ou un glo-

(1) Dufrénoy, Traité de minéralogie, t. II, p. 243. — Beudant, Traité de minéralogie, t. I, p. 14.

bule d'argile, et il arrive souvent, surtout en Franche-Comté, que le fer oxydé hydraté constitue seul un grand nombre de grains.

Indépendamment de l'acide carbonique, quelques sources pouvaient contenir de l'acide hydrosulfurique libre, car ces deux gaz existent ensemble dans un assez grand nombre de sources actuelles où ils sont accompagnés d'azote (1).

---

(1) Je citerai notamment :

(a) Les eaux minérales de Garris dans les Pyrénées-Orientales, qui contiennent par litre en poids :

	gr.
Acide carbonique libre. . .	0,0218
Acide hydrosulfurique libre.	0,0028
Azote.	0,0087
	0,0333

Il y existe en outre, en dissolution, du sulfate, de l'hydrosulfate et du carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, du chlorure de sodium, du chlorure de calcium, de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de fer.

(b) Les eaux minérales de Guillon, département du Doubs, qui renferment par litre en volume :

Acide carbonique libre. . . .	0,066
Acide hydrosulfurique. . . .	0,022
Azote.	0,015
	0,103

Elles tiennnent d'ailleurs, en dissolution, du chlorure de sodium, du carbonate de chaux et du carbonate de magnésie.

(c) Les eaux minérales de Hamman-Mez-Houtin, dans la province de Constantine, dont la température s'élève à 95 degrés centigrades, et qui sont dans un état continuel d'ébullition occasionné par le dégagement de la vapeur d'eau et de gaz composés en volume de

Acide carbonique libre. . . .	0,970
Acide hydrosulfurique libre.	0,005
Azote.	0,025
	1,000

Ces eaux contiennent, en outre, des chlorures de po-

(a) Annales des mines, 3e série, t. XV, p. 570. (Extraits de chimie.)
(b) *Id.* 1re série, t. IX, p. 391. (*Id.*)
(c) *Id.* 4e série, t. II, p. 430. (*Id.*)

En même temps que les carbonates de fer et de manganèse se déposaient en grains pisolitiques, dans les parties des lacs où le mouvement des eaux favorisait ce mode de groupement moléculaire, les deux carbonates se déposaient en rognons, en tubercules ou en plaquettes caverneuses sur les points où le liquide était assez tranquille pour permettre à de telles concrétions de se former. Ces divers dépôts se sont suroxydés ensuite, et se sont convertis en oxydes hydratés de fer et de manganèse, sous les mêmes influences que les grains pisolitiques.

On sait que la silice se dissout dans la plupart des acides, même dans l'acide carbonique, lorsque ces acides sont suffisamment étendus d'eau, et surtout lorsqu'ils sont à une haute température. C'est donc à l'acide carbonique libre ou à l'acide hydrosulfurique, qui se trouvaient dans les eaux minérales et thermales, que l'on doit attribuer la présence, dans ces eaux, de la silice qui entre dans la composition de l'alumino-silicate de protoxyde de fer.

L'hydrate d'alumine ne se combine pas avec l'acide carbonique, mais se dissout dans presque tous les acides, et notamment dans l'acide hydrosulfurique. En conséquence, la présence de l'alumine dans les eaux minérales et thermales s'expliquera très-bien, si, comme je l'admets, elles contenaient de l'acide hydrosulfurique avec l'acide carbonique.

Des phosphates de fer et d'alumine pouvaient

---

tassium, de magnésium et de calcium, des sulfates de soude, de chaux et de magnésie, des carbonates de chaux, de magnésie et de strontiane, de la silice et une trace de carbonate de fer.

aussi être dissous à la faveur de l'acide carbonique ou de l'acide hydrosulfurique, car ces phosphates se rencontrent dans les eaux minérales de l'époque actuelle.

La silice et l'alumine ont dû se précipiter en même temps que les carbonates de fer et de manganèse, et ont formé, en se combinant avec le protoxyde de fer, l'alumino-silicate auquel certains grains de minerai doivent la propriété d'être attirables à l'aimant.

Les phosphates de fer et d'alumine se sont aussi déposés avec les deux carbonates de fer et de manganèse, et c'est à la présence de l'un de ces phosphates dans quelques minerais en grains, qu'il faut attribuer le défaut qu'ils ont de donner des fers cassants à froid.

Comme les sources d'eaux minérales et thermales, outre les carbonates de fer et de manganèse, tenaient en dissolution du carbonate de chaux, ce carbonate s'en est séparé pendant la précipitation des carbonates métallifères, et a formé, en obéissant à la force de l'attraction moléculaire, ces nodules calcaires où se sont empâtés des grains de minerai. Il a formé aussi le ciment des agglomérats de grains de minerai connus sous le nom de *greluches*.

Si le minerai appelé *mine rouge* n'est pas accompagné de nodules calcaires ou n'en renferme qu'un petit nombre, et si les grains de ce minerai sont, en totalité ou en partie, à l'état de peroxyde de fer anhydre, cette double circonstance peut être attribuée à une cause récente et encore agissante. En effet, comme les gîtes de ce minerai sont toujours voisins de la surface du sol, ainsi que je l'ai dit ci-dessus, il est très-probable que les nodules

calcaires qu'ils renfermaient primitivement ont été dissous, soit par des infiltrations d'acides organiques, tels par exemple que les acides acétique, oxalique, malique ou tartrique, qui avaient été produits par la décomposition des végétaux existants à la surface, et qui ont formé, avec la chaux, des sels solubles dans l'eau ou dans un excès d'acide, soit par des infiltrations d'acide nitrique, cet acide, on le sait, pouvant résulter, dans de certaines circonstances, de la combinaison de l'oxygène et de l'azote qui constituent l'air atmosphérique; et ce sont ces mêmes acides qui, en se formant ou après s'être formés, se sont emparés de l'eau du peroxyde de fer hydraté et l'ont transformé en peroxyde de fer anhydre donnant une poussière rouge.

Les grains sphéroïdaux, les petites boules et les rognons de fer sulfuré, qui accompagnent les minerais, étaient d'abord à l'état de carbonate de fer ou plutôt à l'état de peroxyde de fer, et ce peroxyde a été transformé en sulfure par l'acide hydrosulfurique que contenaient certaines sources. Le sulfure de fer n'est pas assez abondant dans les gîtes de minerai en grains, pour qu'il y ait lieu d'en attribuer la formation à des émanations sulfureuses analogues à celles qui sont si fréquentes aujourd'hui, ou à l'action de sources sulfureuses qui auraient succédé aux sources chargées d'acide carbonique, sur quelques-uns des points des lacs d'eau douce où s'était déposé le minerai de fer pisolitique. Il suffit, pour concevoir comment ces morceaux peu nombreux de fer sulfuré se trouvent associés au minerai en grains, d'admettre que les sources d'eaux minérales et thermales, chargées d'acide carbonique, contenaient accidentellement un peu d'acide hydrosulfurique.

Quelques fossiles du terrain jurassique avaient été entraînés par les courants qui charriaient les matières sablonneuses et argileuses, et ces fossiles, qui étaient d'abord à l'état calcaire ou siliceux, se trouvant dans un milieu ferrugineux, l'oxyde de fer s'est substitué au carbonate de chaux ou à la silice qui les constituait, par une cause analogue à celle qui a produit si fréquemment, dans d'autres terrains, l'épigénie de fossiles dont la matière calcaire qui les avait d'abord lapidifiés a été remplacée par de la silice.

Plusieurs des rognons ferrugineux qui se formaient, lorsque le carbonate de fer se précipitait, se sont moulés en partie sur des fossiles jurassiques qui ensuite ont disparu. De là, ces empreintes que présentent aujourd'hui quelques-uns des rognons qui accompagnent les minerais en grains.

Pendant que l'argile dans laquelle sont disséminés les grains de minerai, ou qui recouvre les amas de minerai, se déposait dans les lacs d'eau douce où elle avait été transportée par les courants qui y affluaient, le carbonate de chaux continuait à se séparer de quelques-unes des sources d'eaux minérales et thermales, et ce carbonate de chaux se mélangeant avec le dépôt argileux, a produit l'endurcissement des argiles appelées *grabon* en Franche-Comté, et *conroué* dans le Berri.

On conçoit aussi très-bien la formation du conglomérat appelé *castillot* ou *jaunot* en Franche-Comté, et *castillard* dans le Berri, qui se trouve souvent au-dessus des gîtes, conglomérat qui est composé de débris calcaires provenant du terrain jurassique ou du terrain tertiaire, et dont la pâte, lorsqu'il se présente à l'état de poudingue, renferme des grains de minerai. En effet, des mor-

ceaux calcaires ont pu se détacher des roches qui formaient les parois des dépressions et cavités où se déposait le minerai, par suite de l'action corrodante des eaux minérales chargées d'acide carbonique; ces fragments, dont la surface était plus ou moins arrondie, tantôt sont demeurés indépendants les uns des autres, et tantôt ont été agglomérés en poudingues par le carbonate de chaux qui continuait à se précipiter des eaux de quelques sources minérales, après la formation des nodules calcaires dont les minerais sont accompagnés, et pendant le dépôt des argiles que ce carbonate endurcissait sur divers points des lacs d'eau douce; des grains de minerai ont été empâtés dans le ciment des poudingues, comme dans les nodules calcaires, et quelques-uns de ces grains se sont empreints plus ou moins profondément sur les fragments calcaires du terrain jurassique ou du terrain tertiaire, sous l'influence dissolvante de l'acide carbonique contenu dans les eaux des lacs où affluaient les sources, ces eaux devenues momentanément un peu acides ayant dû ramollir la surface des morceaux calcaires exposés à leur action; et c'est à ce même ramollissement de la surface des cailloux calcaires, que sont dues les empreintes ou concavités que ceux-ci présentent, lorsqu'ils se trouvent, dans le poudingue, en contact avec d'autres cailloux calcaires.

Enfin, si on suppose que, dans certaines localités, les sources d'eaux minérales et thermales continuaient de former des grains de minerai, en se dépouillant du carbonate de fer qu'elles tenaient en dissolution, lorsque le calcaire tertiaire dont les couches recouvrent les gîtes de minerai se déposait dans les lacs d'eau douce, on expliquera parfaitement pourquoi le calcaire, appelé

roc mineux dans le Berri, empâte des grains de minerai.

En 1823, M. Berthier avait exprimé l'opinion que le fer se trouve à l'état de protoxyde dans les eaux minérales, qu'il y est combiné avec l'acide carbonique, et qu'il se suroxyde à mesure qu'il s'en sépare. On lit, en effet, ce qui suit dans un mémoire sur les dépôts ferrugineux formés par les eaux minérales, qu'il a publié à cette époque (1) : « Je pense, avec M. Davy, qu'il est probable que le » fer est à l'état de protoxyde dans les eaux miné- » rales, et que ce métal se suroxyde à mesure qu'il » s'en sépare; mai tout me porte à croire que » l'oxyde est combiné avec l'acide carbonique et » non pas avec la silice. En effet, on ne connaît » pas de silicate de fer soluble, et, s'il en existe, » il n'est pas vraisemblable qu'une pareille com- » binaison puisse subsister dans une dissolution » qui renferme un carbonate alcalin. La circon- » stance qui détermine la précipitation de la silice » et de l'oxyde de fer, est la dispersion de l'acide » carbonique occasionné soit par le contact de l'air, » soit par l'ébullition. Il est donc très-probable que » c'est à la faveur de cet acide que ces deux sub- » stances sont tenues en dissolution dans l'eau; » mais la silice et l'oxyde de fer ne se déposent pas » simultanément, comme cela devrait être si ces » matières étaient combinées l'une avec l'autre. » On remarque toujours, au contraire, que les dé- » pôts qui se forment dans les bassins mêmes des » sources, sont composés presque uniquement » d'oxyde de fer, tandis que ceux que l'eau pro-

(1) Annales des mines, 1re série, t. VIII, p. 356.

» duit, après qu'elle a parcouru une certaine dis- » tance, contiennent souvent une grande quantité » de silice sans trace d'oxyde de fer. »

Les sources d'eaux minérales et thermales qui ont déposé les minerais de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri, devaient avoir une composition analogue à celle de nos sources actuelles, dont les eaux sont chargées d'acide carbonique et forment, en arrivant au jour, des dépôts calcaires concrétionnés toujours plus ou moins ocreux, dépôts qui sont essentiellement composés de carbonates de chaux et de magnésie, d'oxyde de fer et de silice, et qui souvent contiennent des phosphates de chaux, de fer et d'alumine. Seulement, ces anciennes sources tenaient en dissolution une proportion plus considérable de carbonate de fer; l'acide carbonique y existait en plus grande quantité, et leur température devait être *plus élevée* que celle des sources actuelles (1).

Les sources d'eaux minérales et thermales auxquelles doit être attribuée, suivant moi, la formation des minerais de fer en grains, s'élevaient à travers les couches de la croûte terrestre, par quelques-unes des crevasses qui antérieurement avaient donné passage, soit à d'autres sources ferrugineuses, par exemple à celles qui avaient déposé les minerais de fer oolitiques du premier et du deuxième étage du terrain jurassique, ainsi que ceux du terrain néocomien, soit aux sources si nombreuses, également chargées d'acide carbonique, qui avaient produit les calcaires oolitiques des différents étages

(1) Pour prouver l'analogie de composition des sources que je suppose avoir déposé les minerais de fer en grains, et de certaines sources aujourd'hui existantes, je ferai

du terrain jurassique; et leurs eaux ont dû, par l'action de l'acide carbonique qu'elles contenaient en excès, élargir plusieurs de celles de ces anciennes crevasses qui existaient dans les roches calcaires. Ces eaux minérales ont dû, en outre, se frayer de nouveaux passages dans les roches calcaires qui s'étaient déposées postérieurement à celles où se trouvaient les anciens conduits.

---

connaître la composition des eaux de quelques sources minérales actuelles et des dépôts qu'elles forment :

(*a*) L'eau de la source de Saint-Joseph à Belin, en Bohême, a une température constante de 9° 1/2. Cette eau contient, sur 10.000 parties :

Acide carbonique	à l'état libre.	17,247
	à l'état de bicarbonate. .	15,092
		32.349
Sulfates de soude et de potasse.		9,552
Chlorure de sodium.		3,823
Carbonates de soude et de lithine.		30,273
Carbonates de chaux et de magnésie.		5,455
Carbonate de fer.		0,094
Sous-phosphate d'alumine.		0,034
Silice.		0,317
Total des éléments fixes.		49,598

(*b*) La source minérale de Hombourg, près de Francfort-sur-le-Mein, laisse dégager du gaz acide carbonique en petites bulles, lorsqu'elle arrive au jour. L'eau de cette source contient sur une partie :

Acide carbonique libre.	0,00281000
Chlorure de sodium.	0,01030661
Chlorure de calcium et de magnésium.	0,00202486
Sulfate de soude.	0,00004967
Carbonates de chaux et de magnésie. .	0,00167325
Carbonate de fer.	0,00006020
Silice.	0,00004112
	0,01698571

Elle forme un dépôt ocreux.

(*c*) La source minérale de Saint-Allyre, près de Cler-

(*a*) Annales des mines, 4ᵉ série, t. II, p. 597. (Extraits de chimie.)
(*b*) *Id.* 3ᵉ série, t. II, p. 457. (*Id.*)
(*c*) *Id.* 3ᵉ série, t. II, p. 459. (*Id.*)

L'action corrodante des sources d'eaux minérales, chargées d'acide carbonique, sur les roches calcaires ne peut être révoquée en doute, et ce sont surtout les calcaires des trois étages du terrain jurassique qui présentent des traces nombreuses de cette action. En effet, ces calcaires offrent un grand nombre de grottes, de poches, d'entonnoirs, de crevasses ou de boyaux souter-

---

mont, département du Puy-de-Dôme, a une température constante de 24°. Les gaz qui s'en échappent à son arrivée au jour, ont la composition suivante, sur une partie en volume :

Acide carbonique.	0,6883
Azote.	0,2559
Oxygène.	0,0558
	1,0000

L'eau de cette source contient sur une partie :

Acide carbonique libre.	0,0014070
Carbonates de chaux et de magnésie. .	0,0020198
Carbonate de soude.	0,0004886
Carbonate de fer.	0,0001410
Sulfate de soude.	0,0002895
Chlorure de sodium.	0,0002519
Silice.	0,0003900
Matière organique non azotée.	0,0000130
Phosphate de magnésie, carbonate de potasse, crénate et apocrénate de fer.	0,0000462
	0,0050470

Cette source forme un dépôt ocreux qui est composé comme il suit :

Carbonates de chaux, de magnésie et de strontiane. . . .	0,5340
Peroxyde de fer.	0,1840
Sulfate de chaux.	0,0820
Sous-phosphate d'alumine et phosphate de magnésie. . .	0,0692
Silice.	0,0520
Matière organique non azotée.	0,0040
Crénate et apocrénate de fer.	0,0500
Eau.	0,0140
	0,9892

(d) La source minérale et thermale du Sprudel, à

(d) Annales des mines, 1re série, t. IX, p. 378. (Extraits de chimie.)

rains communiquant par des cheminées avec la surface du sol, et toutes ces cavités ont leurs parois lisses et bosselées, ce qui indique qu'elles ont été produites par un liquide corrosif; l'aridité du sol cultivable, dans un grand nombre de localités où le sous-sol est constitué par des roches calcaires, doit être attribuée aussi aux crevasses et boyaux qui existent dans ces roches, et par lesquels les eaux pluviales disparaissent promptement, au lieu de séjourner à la surface; les sources si abondantes d'eau ordinaire, qui sortent du terrain jurassique, et dont la puissance est souvent telle

---

Carlsbad en Bohême, a une température constante de 73°. Cette source forme un dépôt calcaire tantôt fibreux, tantôt saccharoïde et presque compacte, souvent incolore et quelquefois brun ou rubanné de blanc et de brun. Ce dépôt contient sur une partie :

Carbonate de chaux.	0,5320
Phosphate d'alumine. . . .	0,0060
Sous-phosphate de fer. . . .	0,0177
Protocarbonate de fer. . . .	0,1935
Silice.	0,0395
Eau.	0,0900
	1,0000

(e) La source minérale et thermale du Puits-Carré, à Vichy, département de l'Allier, arrive au jour à la température de 45°. Elle forme des concrétions dont la composition est la suivante :

Carbonate de chaux.	0,7417
Carbonate de magnésie. . .	0,1205
Peroxyde de fer.	0,0173
Silice.	0,1205
	1,0000

(f) La source minérale et thermale, dite la Grande-

(e) Annales des mines, 1re série, t. V, p. 407. (Extraits de chimie.)
(f) *Id.* 1re série, t. VII, p. 221. (*Id.*)

qu'elles peuvent, à leur arrivée au jour, mettre en mouvement de grandes usines, doivent leur volume considérable aux vastes dimensions et à la grande étendue de leurs réservoirs souterrains; enfin, on observe dans les calcaires du terrain jurassique, et particulièrement dans ceux de l'étage supérieur de ce terrain, une multitude de petits trous d'une forme irrégulière, et de canaux sinueux, se croisant dans tous les sens comme ceux d'une éponge, dont on explique très-bien la formation en admettant que ces calcaires ont été soumis à l'action plus ou moins prolongée d'une eau acide qui en a dissous les parties le plus facilement attaquables. Toutefois, certaines roches calcaires trouées paraissent devoir les cavités qu'elles renferment à des coquilles de forme conique, telles que les Nérinées, qu'avait englobées la vase calcaire qui a produit ces roches, à mesure qu'elle se déposait, ou qui l'ont habitée pendant quelque temps avant sa complète solidification, ainsi que l'a constaté M. Duvernoy, pour des calcaires de l'étage supérieur du terrain jurassique, à Hérimoncourt, près

---

Source-de-Saint-Nectaire, département du Puy-de-Dôme, est à la température de 40°. Cette source forme deux sortes de concrétions. Les unes ont une couleur ocracée qu'elles doivent à l'oxyde de fer; ce sont celles qui sont les plus voisines de la source. Les autres sont grisâtres ou blanchâtres; elles présentent des couches concentriques fortement contournées, et leur cassure est presque toujours cristalline et striée. Ces deux sortes de concrétions sont composées comme il suit:

	Concrétions ocracées.	Concrétions blanchâtres.
Sable et silice gélatineuse. . . .	0,140	0,180
Carbonate de chaux.	0,780	0,780
Carbonate de magnésie.	0,040	0,040
Oxyde de fer.	0,040	trace.
	1,000	1,000

de Montbéliard (1). Mais c'est une exception, et il paraît incontestable, surtout en ce qui concerne les cavités à parois lisses et bosselées, que ces cavités ont été produites par corrosion. Comme elles sont extrêmement nombreuses, leur creusement constitue un grand fait géologique; il atteste l'épanchement à la surface de l'écorce terrestre, après la formation des roches calcaires où ces diverses cavités existent, d'abondantes sources minérales et thermales, chargées d'acide carbonique.

Les calcaires sur lesquels reposent les gîtes de minerai de fer en grains ou qui encaissent ces gîtes, ont toujours leurs surfaces polies et mamelonnées comme les parois des grottes, parce que ces calcaires ont été corrodés par les eaux minérales et thermales, chargées d'acide carbonique, qui ont déposé le minerai; et si les gîtes de minerai, lorsqu'ils sont dans leur position originaire, se présentent toujours dans des dépressions et cavités de roches calcaires, c'est parce que les sources pouvaient plus facilement se faire jour à travers ces roches, en les corrodant ou en élargissant leurs fissures, qu'à travers toute autre roche. On se rend compte ainsi, d'une manière très-satisfaisante, d'un fait géologique des plus remarquables, l'association constante des roches calcaires et des gîtes de minerai de fer en grains.

Les minerais bruts qui, par le lavage, rendent le plus de minerai propre à la fusion, sont ceux que l'on trouve dans les anfractuosités, les crevasses, les entonnoirs et les boyaux souterrains des calcaires jurassiques, ce qui se conçoit très-

(1) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, 3 décembre 1849, t. XXIX, p. 645.

bien en remarquant que ces minerais, par la disposition des cavités qui les recèlent, ont été préservés du mélange des matières sablonneuses et argileuses qu'amenaient les torrents qui affluaient dans les lacs d'eau douce. Aussi, lorsque, dans une localité, le minerai se trouve à la fois en amas situés, les uns dans des dépressions dégagées de toute part, les autres dans des crevasses, poches ou boyaux souterrains, il y a une différence très-notable, sous le rapport du rendement aux ateliers de lavage, entre les minerais des dépressions, auxquels ont pu se mêler les matières argileuses des lacs d'eau douce, et ceux des crevasses, poches ou boyaux, qui ont été garantis de ce mélange. J'ai vu souvent des minerais bruts qui étaient tellement purs qu'on pouvait les porter dans les hauts-fourneaux sans les soumettre au lavage; ils provenaient toujours de fentes ou poches à peu près horizontales ou de boyaux souterrains; et tout près de ces minerais, mais en dehors des anfractuosités, on en exploitait d'autres qui ne rendaient que la moitié, le tiers de leur volume, et même beaucoup moins, en minerai propre à la fusion. C'est surtout près de Montbéliard et de Belfort que j'ai constaté cette particularité: ainsi, aux minières de Nommay, de Charmont et de Chatenois, où les roches jurassiques ne présentent qu'un petit nombre d'anfractuosités et de parties saillantes, et où les dépôts de minerai occupent de grandes étendues superficielles, les minerais bruts sont mélangés du'ne forte proportion de matières terreuses, puisqu'on en a extrait qui ne rendaient que le vingtième de leur volume en minerai bon à fondre; et, d'un autre côté, sur les territoires des communes voisines, à Roppe, à Eguenigue, à Perouse et à

Chèvremont, où les dépôts sont très-circonscrits et se présentent souvent dans des crevasses ou poches, on a exploité des minerais qui étaient presque purs.

J'ajouterai que les gîtes de minerai de fer en grains ne sont probablement pas les seuls dépôts de minerais qui aient été formés par des sources d'eaux minérales et thermales, chargées d'acide carbonique. Il y a lieu de croire que des sources analogues ont joué un rôle important, à différentes époques, dans la production des gîtes métallifères. M. l'ingénieur en chef des mines Gruner, dans un mémoire récent sur les gîtes de minerai de manganèse du département des Hautes-Pyrénées (1), a fait ressortir les caractères qui tendent à établir que ces gîtes, qui ont de l'analogie, quant à leur manière d'être dans des cavités, poches ou crevasses, avec les gîtes de minerai de fer pisolitique de la Franche-Comté et du Berri, ont été formés par des sources d'eaux minérales tenant en dissolution du carbonate de manganèse.

Il existe dans le département de la Haute-Saône des gîtes tout à fait analogues à ceux des Hautes-Pyrénées : ce sont les dépôts de minerai de fer et de minerai de manganèse des environs de Gy, qui se trouvent dans des fentes et poches de calcaires compactes du premier étage du terrain jurassique, dont les parois sont lisses et bosselées comme celles des grottes. Ces fentes et poches, qui sont fort nombreuses, ne sont pas liées les unes aux autres et n'ont aucune connexion entre elles. Elles

(1) Mémoire sur le gisement et le mode de formation des minerais de manganèse des Pyrénées. (Annales des mines, 4e série, tome XVIII, page 61.)

ont de 4 à 12 mètres de longueur, sur 3 ou 4 mètres de largeur et une profondeur qui n'est pas connue.

Le minerai de fer s'y présente en masses concrétionnées à zones concentriques, dont la couleur varie depuis le rouge jusqu'au noir bleuâtre. Sa poussière est rouge. M. l'ingénieur Ebelmen a analysé ce minerai, qui est un peroxyde de fer hydraté contenant de 1 à 2 p. 100 d'acide arsénique. Le minerai de manganèse consiste en noyaux fibreux qui sont enveloppés de petits cristaux de chaux carbonatée réunis par un ciment argilo-ferrugineux. Ces noyaux sont très-friables et se laissent facilement couper au couteau; leur poussière est brune et sans éclat. Ce minerai est composé, d'après le même ingénieur, de peroxyde de manganèse barytique entremêlé peut-être d'une petite quantité d'hydrate de peroxyde (1).

Les deux minerais sont souvent associés, et ils sont accompagnés de nodules d'un calcaire sublamellaire, veiné de fer oxydé rouge, et parsemé de petites géodes dont l'intérieur est tapissé de cristaux de chaux carbonatée prismatique. Ils sont séparés des parois des fentes et poches qui les recèlent par un dépôt, épais de quelques centimètres, d'une argile ocreuse et schisteuse qui se moule sur ces parois.

Tout annonce que les minerais de fer et de manganèse des environs de Gy sont aussi le produit de sources d'eaux minérales et thermales qui tenaient en dissolution le fer et le manganèse, à l'état de carbonates, et arrivaient au jour par les

(1) Expériences faites dans le laboratoire de chimie de Vesoul. (Annales des mines, 3e série, t. XIV, p. 284.)

fentes et poches où se trouvent aujourd'hui les gîtes de ces minerais. De plus, il est très-probable que leur dépôt se rapporte à l'époque géologique de la formation des gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri, c'est-à-dire à l'époque tertiaire du terrain miocène, puisque les deux sortes de dépôts sont postérieurs au terrain jurassique, et qu'ils ont entre eux quelque analogie, par les petites masses concrétionnées de fer oxydé hydraté qui accompagnent les minerais en grains.

Résumé des faits et considérations concernant le mode de formation des gîtes de minerai de fer en grains.

En résumé, d'après les faits et considérations qui viennent d'être exposés, il me semble que l'on peut expliquer, comme il suit, le mode de formation des gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri, et les particularités qu'ils présentent :

a. Des sources d'eaux minérales et thermales, chargées de gaz acide carbonique et tenant en dissolution du carbonate de protoxyde de fer, avec un peu de carbonate de protoxyde de manganèse, un peu de carbonate de chaux et une petite quantité de silice, d'alumine et de phosphate de fer ou d'alumine, ont déposé le minerai de fer en grains, à l'époque de la formation du terrain tertiaire moyen, comme aujourd'hui les sources minérales de Carlsbad, de Saint-Philippe et de Tivoli déposent des pisolites calcaires, à leur arrivée au jour.

b. Ces sources qui s'élevaient à travers les couches de l'écorce du globe, soit par les conduits qu'avaient parcourus les sources minérales qui, à des époques antérieures à celle du terrain tertiaire moyen, avaient déposé les minerais de fer oolitiques ou les calcaires oolitiques, soit par de nouveaux passages qu'elles s'étaient frayés elles-mêmes

dans les roches calcaires desquelles elles surgissaient, s'épanchaient en nappes dans des lacs d'eau douce, où affluaient des torrents qui charriaient des matières argileuses et sablonneuses provenant des terrains préexistants.

c. Les dépôts de minerai de fer se sont formés, non-seulement dans le fond des lacs, mais encore près des points d'émergence des sources, dans les fentes et conduits par lesquels elles arrivaient au jour.

d. Le carbonate de protoxyde de fer, au fur et à mesure qu'il se déposait, perdait son acide carbonique et se transformait en peroxyde de fer, sous l'influence de l'oxygène que l'eau des lacs tenait en dissolution. Le carbonate de protoxyde de manganèse qui se déposait en même temps que le carbonate de fer, s'est suroxydé comme lui, et s'est converti en hydrate de deutoxyde ou de peroxyde de manganèse. C'est l'association intime des deux hydrates qui a produit les minerais en grains manganésifères.

e. La silice et l'alumine se sont précipitées avec les carbonates de fer et de manganèse, et ont produit, en se combinant chimiquement avec le protoxyde de fer avant sa suroxydation, l'alumino-silicate de protoxyde de fer, auquel certains grains de minerai doivent leur vertu magnétique.

f. Les phosphates de fer et d'alumine se sont aussi déposés en même temps que les carbonates de fer et de manganèse, et c'est leur mélange avec l'hydrate de peroxyde de fer qui rend phosphoreux certains minerais en grains.

g. Le carbonate de chaux, en se déposant, a formé, par un effet de l'attraction moléculaire, les nodules calcaires dans lesquels des grains de

minerai ontété empâtés, lors de la consolidation de ces nodules. Ce carbonate a formé également le ciment des agglomérats de grains de minerai, auxquels on donne le nom de *greluches*.

h. Quelques sources tenaient en dissolution, avec l'acide carbonique, un peu d'acide hydrosulfurique qui, en se dégageant, a converti en sulfure le peroxyde de fer déjà déposé, transformation de laquelle sont résultés ces rognons, ces petites boules et ces grains sphéroïdaux de fer sulfuré, que l'on rencontre dans quelques gîtes.

i. Le sable dont les grains de minerai de fer sont entremêlés dans quelques localités, et les couches de sable qui recouvrent certains gîtes, se sont déposés dans les lacs d'eau douce, pendant ou après la formation des grains de minerai.

j. L'argile dans laquelle sont disséminés les grains de minerai, et les couches argileuses dont sont recouverts les gîtes, se sont également déposées pendant ou après la formation des grains de minerai.

k. Le carbonate de chaux qui se séparait encore des eaux minérales dans certaines localités, pendant que l'argile tenue en suspension dans l'eau des lacs se précipitait, a produit l'endurcissement de ces argiles renfermant des grains de minerai, que l'on nomme *grabon* en Franche-Comté, et *conroué* dans le Berri.

l. Les torrents qui affluaient dans les lacs, ont charrié et accumulé dans quelques localités, au-dessus des gîtes de minerai, des débris calcaires, à surfaces plus ou moins arrondies, provenant des roches jurassiques ou tertiaires qui avaient été corrodées par les eaux minérales et thermales. Ces

débris calcaires ont produit, par leur agglomération, les conglomérats appelés *castillot* ou *jaunot* en Franche-Comté, et *castillard* dans le Berri ; et lorsque leurs éléments ont été réunis par le carbonate de chaux que les sources minérales continuaient de déposer, ces conglomérats se sont transformés en poudingues, dans le ciment desquels des grains de minerai ont été empâtés, comme dans les nodules calcaires qui sont disséminés dans les gîtes.

m. Les eaux des lacs, acidulées par l'acide carbonique qui se dégageait des sources minérales et thermales, ont ramolli à leur surface les fragments ou cailloux calcaires dont sont composés les conglomérats, et c'est, par suite de ce ramollissement, que les grains de minerai, empâtés dans le ciment des poudingues, ont formé des empreintes sur les fragments ou cailloux calcaires, et que d'autres concavités y ont éte produites par les fragments eux-mêmes, qui ont pu pénétrer les uns dans les autres sur plusieurs millimètres de profondeur.

n. Des grains de minerai de fer se formaient encore pendant que le calcaire tertiaire lacustre, qui recouvre certains gîtes, se déposait dans les lacs d'eau douce, de telle sorte qne ce calcaire a pu empâter quelques-uns de ces grains, ce qui a donné naissance au calcaire tertiaire avec grains de minerai, appelé *roc-mineux* dans le Berri.

o. Le dépôt des couches supérieures du terrain lacustre, dans lequel ont été ensevelies un grand nombre de coquilles d'eau douce, a terminé la série des divers dépôts dont se compose la formation tertiaire à laquelle appartiennent les gîtes de minerai de fer en grains de la Franche-Comté et du Berri.

p. Les eaux minérales et thermales, chargées d'acide carbonique, qui ont produit les dépôts de minerai de fer en grains, ont corrodé les roches calcaires desquelles elles surgissaient, et c'est à cette corrosion que sont dus le poli et la bosselure, soit du fond des dépressions où se trouvent ces dépôts, soit des parois des fentes et cavités qui les recèlent.

q. Les gîtes de minerai, lorsqu'ils sont dans leur position originaire, reposent toujours sur des roches calcaires, parce que les sources qui tenaient en dissolution le carbonate de fer se sont frayé plus facilement des passages à travers ces roches, dont elles élargissaient les fissures, qu'à travers les autres roches, ce qui explique très-bien les relations intimes des roches calcaires et des gîtes de minerai de fer en grains.

NOUVELLES RECHERCHES

Sur la composition des gaz des hauts-fourneaux et sur la théorie de ces appareils;

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines,
professeur de docimasie à l'École des mines de Paris.

Plusieurs chimistes se sont occupés, dans le cours des dernières années, de la détermination de la composition des gaz des hauts-fourneaux à fondre les minerais de fer. La solution de cette question présentait une grande utilité au double point de vue de la théorie et de la pratique. Les emplois nombreux et importants des gaz des hauts-fourneaux rendaient nécessaire la détermination exacte de leur pouvoir calorifique, élément qui pouvait se déduire avec facilité de leur composition chimique; et, d'un autre côté, en comparant les unes aux autres les analyses des gaz d'un même fourneau pris à diverses hauteurs dans l'appareil, on devait pouvoir en tirer des conclusions d'une certaine netteté pour l'appréciation exacte des réactions chimiques qui les produisent.

M. Bunsen est le premier chimiste qui ait traité cette question. Il a recueilli les gaz du fourneau de Veckerhagen dans sept points différents compris entre 3 et 15 pieds au-dessous du gueulard.

Le haut-fourneau n'avait que 21 pieds de hauteur (1).

Je vais rappeler succinctement les méthodes suivies par M. Bunsen, tant pour recueillir les gaz que pour les analyser.

Un long tube de fer, formé par des canons de fusil soudés les uns aux autres, était enfoncé dans le haut-fourneau jusqu'à une profondeur déterminée. Un tuyau de plomb, soudé à l'extrémité supérieure du tube de fer, était suivi d'un tube à chlorure de calcium et d'une série d'ampoules en verre étirées aux extrémités. Les gaz traversaient ordinairement l'appareil avec un excès de pression; mais, pour plus de sûreté, on les a aspirés avec une machine pneumatique. Les ampoules étaient ensuite fermées au chalumeau pour n'être ouvertes qu'au moment de l'analyse.

Les analyses ont été faites dans un eudiomètre gradué par M. Bunsen, et qui permettait d'apprécier 1/1000 du volume du gaz. L'acide carbonique était absorbé d'abord par la potasse, puis on introduisait de l'oxygène pur dans l'eudiomètre et l'on faisait détoner. L'acide carbonique produit dans cette combustion était absorbé par la potasse, sans tenir compte de l'humidité des gaz; il ne restait plus alors dans l'eudiomètre que l'azote et l'excès d'oxygène. Ce dernier était absorbé au moyen d'un globule de phosphore qui laissait l'azote. M. Bunsen a tenu compte de la tension de vapeur de l'acide

(1) Le mémoire de M. Bunsen a été traduit par M. Regnault, et inséré dans les Annales des mines, 3e série, t. XVI, p. 203 (1839). Les résultats des analyses ont été depuis notablement corrigés par l'auteur. Ceux qui sont rappelés plus bas sont ceux que M. Bunsen a définitivement adoptés.

phosphoreux produit, et il a admis *qu'elle augmentait le volume du gaz restant d'un quarantième.* Avec les données fournies par l'expérience, on a tout ce qu'il faut pour déterminer par le calcul les proportions relatives de trois gaz combustibles. Si l'on admet que les gaz combustibles existants soient de l'hydrogène, de l'hydrogène protocarboné et de l'oxyde de carbone, et que l'on appelle :

a la contraction de volume par suite de la détonation,

b l'acide carbonique produit,

c l'oxygène absorbé;

Soient aussi x, y, z les volumes d'oxyde de carbone, d'hydrogène et de gaz des marais qui entrent dans le mélange, on aura, pour déterminer les trois inconnues, les trois équations suivantes :

$$\tfrac{1}{2}x + \tfrac{3}{2}y + 2z = a,$$
$$x + z = b,$$
$$\tfrac{1}{2}x + \tfrac{1}{2}y + 2z = c;$$

d'où l'on tire :

$$x = \frac{4b + a - 3c}{3},$$
$$y = a - c,$$
$$z = \frac{3c - a - b}{3}.$$

Voici, en suivant cette méthode, qui sera discutée plus tard, les résultats obtenus par M. Bunsen :

PROFONDEUR au-dessous du gueulard.	(1) à 3 pieds.	(2) à 4' 5''	(3) à 6'	(4) à 7' 6''	(5) à 9'	(6) à 12'	(7) à 15'
Acide carbonique...	8,77	11,12	3,32	3,44	3,60	7,57	5,97
Oxyde de carbone. .	24,20	22,24	25,77	30,08	29,27	26,99	26,51
Gaz des marais. . . .	3,36	3,10	4,04	2,24	1,07	3,84	1,88
Hydrogène.	1,33	1,27	0,58	1,77	2,17	0,15	1,06
Azote.	62,34	62,25	66,29	62,47	63,89	61,45	64,58
Totaux.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène combiné (1) rapporté à 100 vol. azote.	33,4	37,3	24,4	29,6	28,5	34,2	29,8
Vapeur de carbone pour 100 vol. azote.	29,1	29,3	25,0	28,6	26,6	32,9	26,6

M. Bunsen déduit de son travail les conclusions suivantes :

« L'acide carbonique, qui se trouve d'abord en » quantité assez notable dans la partie supérieure » du fourneau, diminue rapidement quand on des- » cend, et il reste ensuite sensiblement constant ; » il augmente seulement un peu en descendant. » Cette plus forte proportion d'acide carbonique » tient évidemment à un dégagement de ce gaz » qui a lieu dans cette partie du fourneau, déga- » gement produit par le lit de fusion et qui est fa- » cilité probablement par la grande quantité de » vapeur d'eau qui se dégage également dans ces » régions (2). Mais ce qui est surtout très-remar- » quable et en opposition avec ce que l'on avait

(1) L'oxygène qui correspond à 100 vol. d'azote dans l'air atmosphérique est représenté par 26,26.

(2) On voit que M. Bunsen n'attribue pas à la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone l'augmentation qu'il constate dans l'acide carbonique au gueulard.

» cru jusqu'ici, c'est la constance presque absolue » de la quantité d'oxyde de carbone que l'on ren» contre depuis le niveau des charges jusqu'à une » profondeur de 14 pieds, et qui très-probable» ment continue encore à avoir lieu à de plus » grandes profondeurs. »

M. Bunsen montre ensuite que le charbon décompose l'eau en produisant de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène sans hydrogène carboné, et il ajoute :

« Les observations précédentes nous montrent » très-clairement les fonctions que remplissent les » différentes parties de la cuve du haut-fourneau ; » on peut la diviser en trois étages : dans le pre» mier, la réduction se prépare ; dans le second, » elle s'exécute ; dans le troisième, elle s'achève.

» L'étage supérieur est caractérisé par un déga» gement très-abondant de vapeur d'eau ; il des» cend jusqu'à une profondeur de 4 pieds au» dessous du niveau des charges ; il fait l'effet d'un » fourneau de grillage. L'eau hygrométrique ou » combinée du lit de fusion et du combustible » s'échappe dans cette partie du fourneau. Les mi» nerais argileux sont calcinés et s'agglomèrent » sous forme de masses poreuses, et l'acide carbo» nique se dégage facilement à la faveur de la » grande quantité de vapeur d'eau.

» Le second étage est caractérisé par la grande » quantité d'oxyde de carbone qui s'y trouve et » qui s'élève à plus de 30 p. 100(1) ; il s'étend » jusqu'à la partie inférieure des étalages ; on peut » l'appeler *étage* réducteur. L'oxyde de carbone, » l'hydrogène carboné et l'hydrogène pénètrent

(1) Voyez la note de la page 108.

» dans les vides de la masse poreuse qui a été pré-
» parée dans l'étage supérieur. Le minerai de fer
» commence par être ramené à l'état d'oxyde ma-
» gnétique, puis il se réduit complétement dans
» les parties inférieures; la température n'est pas
» encore assez élevée pour produire la fusion des
» silicates calcaires.

» Le troisième étage, l'étage inférieur, com-
» prend l'ouvrage; il fait l'office d'un fourneau de
» fusion. Le laitier commence à se former; le fer
» réduit se carbure, et il se forme des silicates
» terreux. »

Les conclusions qui précèdent n'avaient pas, comme on voit, beaucoup de netteté ni de nouveauté. De plus, il est facile de montrer qu'elles sont complétement en désaccord avec les résultats des analyses.

Pour pouvoir suivre, en effet, avec quelque précision, les modifications que la colonne gazeuse ascendante d'un haut-fourneau éprouve dans sa composition, et pour pouvoir en déduire les réactions chimiques qui les produisent, en remontant de l'effet à la cause, il est nécessaire de rapporter les divers éléments contenus dans le gaz à une proportion fixe d'un de ces éléments. Or il en est un, l'azote, qui ne se trouve renfermé en quantité notable ni dans le minerai, ni dans le combustible employé, ni dans les produits fixes de l'opération métallurgique, et qui pourtant forme la majeure partie des produits gazeux. On peut admettre, *à priori*, que tout l'azote de l'air introduit par la tuyère du haut-fourneau se retrouvera dans les gaz en même proportion absolue à toutes les hauteurs. En rapportant tous les éléments du gaz à une quantité d'azote constante, 100 par exemple,

on pourra donc suivre les modifications qu'éprouve sa composition à mesure qu'il s'élève dans le fourneau. J'ai calculé, pour chacune des analyses de M. Bunsen, les volumes d'oxygène et de vapeur de carbone combinés dans le gaz et rapportés à 100 volumes d'azote. Les nombres obtenus nous permettront d'examiner ses conclusions.

« L'étage supérieur, » dit M. Bunsen, « descend » à une profondeur de 4 pieds; l'eau hygromé-» trique et combinée se dégage; les minerais se » calcinent et s'agglomèrent, et l'acide carboni-» que se dégage facilement à la faveur de la grande » quantité de vapeur d'eau. »

Si les choses se passent ainsi que l'annonce M. Bunsen, on doit retrouver dans les gaz au gueulard, plus d'acide carbonique, et partant plus d'oxygène et de carbone, qu'à la profondeur de 4 pieds 5 pouces. Or, les analyses donnent, à 3′ du gueulard, 33,4 d'oxygène et 29,1 de vapeur de carbone pour 100 d'azote, et à 4′ 5″, 37,3 d'oxygène et 29,3 de carbone, ce qui est tout le contraire de ce qui aurait dû arriver, d'après l'assertion de M. Bunsen.

L'étage moyen, dit M. Bunsen, est l'étage réducteur. Si cela est ainsi, la proportion d'oxygène combiné dans le gaz doit aller en augmentant à mesure que les gaz s'élèvent dans le haut-fourneau, puisqu'ils réduisent le minerai de fer. Les variations devraient suivre une progression à peu près continue et dans le même sens. Or il n'en est pas ainsi; on remarque avec étonnement que les gaz pris à 6 pieds de profondeur (analyse n° 3) renferment moins d'oxygène combiné qu'il n'y en a dans l'air atmosphérique; la proportion d'oxygène combiné est plus forte à 12 et à 15 pieds qu'à

7' 6" de profondeur, résultat inconciliable avec le rôle que M. Bunsen attribue à cette région du fourneau.

On voit donc que les conclusions de l'auteur ne sont pas justifiées par les résultats des expériences, et qu'il est à peu près impossible d'en tirer quelque parti au point de vue de la théorie des hauts-fourneaux.

Les expériences qui suivent le travail de M. Bunsen sont celles que j'ai faites en 1841 sur les hauts-fourneaux de Clerval et d'Audincourt marchant au charbon de bois, et en 1843, sur les fourneaux au coke de Vienne et de Pont-l'Évêque (1). La méthode que j'ai suivie pour analyser les gaz était tout à fait différente de celle de M. Bunsen. Pour obtenir les gaz du fourneau, je faisais descendre dans la cuve, à diverses profondeurs, une colonne de tuyaux d'au moins $0^m,10$ de diamètre par l'extrémité desquels le gaz sortait avec une grande vitesse. Le tube aspirateur venait plonger au milieu de ce courant rapide. Aucune prise de gaz n'a été faite toutes les fois qu'une diminution survenue dans la vitesse de sortie a pu me faire craindre quelque obstruction sur la longueur ou à la base de la colonne de tuyaux. Dans les parties inférieures du fourneau, les prises de gaz ont été faites au moyen d'ouvertures percées au fleuret dans la maçonnerie.

(1) Annales de chimie et de physique, t. V, p. 143, 3e série. — Annales des mines, 3e série, t. XX, p. 359, et 4e série, t. V, p. 3. Je ne rapporte pas ici les conclusions d'un premier travail fait peu de temps après celui de M. Bunsen, mais sans que je connusse ses résultats. Les gaz n'avaient été analysés qu'au gueulard du fourneau. (Annales des mines, 3e série, t. XVI, p. 345.)

Pour analyser les gaz, j'ai employé, au lieu de la méthode eudiométrique dont les résultats étaient alors fort incertains, un procédé d'analyse par les pesées dont je vais rappeler le principe. Les gaz étaient recueillis bien secs sur le mercure dans une cloche graduée d'environ 2 litres, d'où ils passaient, après avoir été mesurés, dans les appareils suivants : 1° un appareil à boules de Liebig rempli de potasse dissoute et suivi d'un tube rempli de potasse solide, pour absorber l'acide carbonique; 2° un tube rempli d'oxyde de cuivre, pesé exactement avant l'expérience, et qui servait à brûler les gaz combustibles; 3° un tube contenant du chlorure de calcium; 4° un appareil à boules de Liebig rempli de potasse liquide et suivi d'un tube rempli de potasse solide. Ces derniers appareils servaient à condenser l'eau et l'acide carbonique provenant de la combustion par l'oxyde de cuivre. Une disposition particulière permettait de remplacer tout l'air contenu dans les tubes au commencement de l'expérience par de l'azote pur et parfaitement sec, dont on faisait passer une nouvelle quantité à la fin de l'opération pour balayer tout l'appareil. La perte de poids du tube à combustion donnait l'oxygène absorbé par la transformation des gaz combustibles en eau et acide carbonique, et l'on avait ainsi trois données d'où l'on pouvait déduire les proportions relatives d'hydrogène, d'oxyde de carbone et d'hydrogène protocarboné. L'azote pouvait être dosé directement et même plusieurs fois dans la même analyse, de façon qu'il était possible de vérifier son dosage par différence, avantage que la méthode eudiométrique ne donne jamais.

Cette méthode m'a fourni, dans plusieurs expé-

riences successives faites sur les mêmes gaz, des résultats remarquablement concordants, et qui m'ont donné une confiance entière dans son exactitude.

Le tableau suivant renferme les analyses des gaz du fourneau de Clerval. Chacune des analyses est en général la moyenne de plusieurs expériences.

PROFONDEUR au-dessous du gueulard.	Au gueulard.	$1^m,33$.	$2^m,67$.	$4^m,00$	$5^m,33$.	$5^m,6$. ventre	$7^m,80$.	$8^m,24$. tympe
Acide carbonique.	12,88	13,76	13,96	8,86	2,23	0,00	0,31	0,00
Oxyde de carbone.	23,51	22,24	22,65	28,18	33,64	35,01	41,59	51,35
Hydrogène. . .	5,82	6,00	5,44	3,82	3,59	1,92	1,42	1,25
Azote.	57,79	57,80	58,15	59,14	60,54	63,07	56,68	47,40
Totaux. . . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène rapporté à 100 volumes azote. .	42,7	43,3	43,1	38,9	31,0	27,8	»	»
Vapeur de carbone pour 100 vol. azote. . .	31,5	31,4	31,3	31,3	29,6	27,7	»	»
Vapeur d'eau pour 100 volumes de gaz.	11,9	13,4	2,06	0,9	0,4	»	»	»

On voit immédiatement par ce tableau : 1° que la vapeur d'eau se dégage entre $1^m,33$ et $2^m,67$ de profondeur, sans que les autres éléments du gaz éprouvent de variations notables dans leurs proportions relatives ; 2° que de $2^m,67$ à $5^m,67$ (grand ventre) la proportion d'acide carbonique diminue très-rapidement, tandis que celle de l'oxyde de

carbone augmente d'une manière correspondante, d'où l'on peut conclure avec certitude que dans cette région du fourneau il y a réduction du minerai par la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique; 3° que dans toute la région inférieure du haut-fourneau jusque dans le voisinage des tuyères, il n'y a plus d'acide carbonique.

Le haut-fourneau de Clerval marchait au charbon de bois et à l'air chaud. Le fourneau d'Audincourt, sur lequel j'ai continué mes expériences, brûlait un mélange de bois en nature et de charbon. Sa hauteur était de 11 mètres. Avant d'aspirer les gaz pour en faire l'analyse, j'ai cherché à reconnaître, par des expériences directes, la position de la zone de carbonisation du bois dans la cuve du fourneau; j'ai trouvé que le bois se carbonisait tout entier dans une zone comprise entre 3 et 4 mètres de profondeur au-dessous du gueulard, et que, dans toute la partie de la cuve supérieure à cette zone, la température du milieu gazeux était si faible que les minerais ne perdaient pas même leur eau de mouillage. La température du courant s'était abaissée, sur 1 mètre de hauteur, du rouge vif au-dessous de 100°, par suite de l'absorption de chaleur produite par la distillation du bois. Dans toute la partie du fourneau supérieure à la zone de distillation, aucune réaction chimique n'avait donc pu se produire entre les minerais et les gaz de la colonne ascendante. Les gaz aspirés au-dessous de la zone de distillation, jusque dans le voisinage de la tuyère, ont donné à l'analyse des résultats identiques à ceux qui avaient été obtenus dans le fourneau de Clerval, et de la même netteté.

En opérant sur les hauts-fourneaux au coke de

Vienne et de Pont-l'Évêque, j'ai obtenu, dans deux nouvelles séries d'analyses, des résultats tout à fait comparables à ceux que les hauts-fourneaux au charbon de bois m'avaient fournis; seulement, dans les hauts-fourneaux au coke, la zone de réduction des minerais paraît plus rapprochée du gueulard que dans le fourneau au charbon de bois. La zone dans laquelle il n'existe que de l'oxyde de carbone et peu ou point d'acide carbonique, s'étend du voisinage de la tuyère jusque vers le milieu de la cuve.

Analyse du gaz du haut-fourneau de Bärum (Norwège). — MM. Scheerer et Langberg ont employé les mêmes méthodes que M. Bunsen, tant pour puiser les gaz dans le haut-fourneau que pour les analyser. Le haut fourneau marchait au charbon de bois et au vent chaud. Il avait 28 pieds de hauteur. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau suivant (1).

HAUTEUR au-dessus de la tuyère.	à 23' au-dessus de la tuyère.	à 20' 1/2	à 18'	à 15' 1/2	à 13'	à 10 pieds.
Acide carbonique.	22,20	18 21	12,45	4.27	8,50	5,69
Oxyde de carbone.	8,04	15,33	18,57	29,17	20,28	26,38
Hydrogène protocarboné.	3,87	1,28	1,27	1,23	1,18	»
Hydrogène.	1,46	2,53	4,51	1,05	3,92	2,96
Azote.	64,43	62,65	63,20	64,28	66,12	64,97
Totaux.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène pour 100 volumes azote.	40,7	41,3	34,4	29,3	28,2	29,0
Vapeur de carbone pour 100 volumes azote. . .	26,5	27,8	25,5	26.9	22,7	25,7

(1) Annales de Poggendorff, t. LX, p. 489. — Annales des mines, 4e série, t VI, p. 3 (1844).

Dans les expériences qui précèdent, on voit la proportion d'oxygène combiné dans les gaz diminuer assez régulièrement à mesure qu'on s'enfonce dans le fourneau, résultat qui est d'accord avec les expériences faites à Clerval; mais on peut observer des variations assez difficiles à expliquer dans la proportion d'acide carbonique. Ce gaz diminue d'abord assez régulièrement à mesure qu'on s'enfonce, de 22,20 à 4,27 p. 100; puis il redevient égal à 8,50, à 2 pieds 1/2 plus bas, pour redescendre à 5,69, à 3 pieds au-dessous. Les nombres qui représentent le carbone combiné dans le gaz présentent aussi des anomalies. Les gaz des parties inférieures du fourneau n'ont point été analysés.

Analyse du gaz du haut-fourneau d'Alfreton. — MM. Bunsen et Playfair ont examiné, en dernier lieu, les gaz du haut-fourneau d'Alfreton qui marche à la houille crue (1). Ce haut-fourneau a 40 pieds anglais de hauteur. L'air est chauffé à 330° C., et pénètre dans le fourneau sous une pression de $0^m,20$ de mercure. Le haut-fourneau produit par jour 5.200 kilogrammes de fonte. Les gaz ont été aspirés jusqu'à la profondeur de 24 pieds par un tube en fer de $0^m,025$ de diamètre. A la profondeur de 34 pieds, c'est-à-dire dans le voisinage des tuyères, ils ont été extraits par une ouverture pratiquée dans la maçonnerie. Voici les résultats obtenus :

(1) Report of the British association for the advancement of science for 1845, p. 142.

NUMÉROS DES ANALYSES.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
PROFONDEUR AU-DESSOUS DU GUEULARD.	5′	8′	11′	14′	17′	20′	23′	24′	34′
Acide carbonique.	7,77	9,42	9,41	9,10	12,43	10,83	8,19	10,08	0,00
Oxyde de carbone.	25,27	20,24	23,16	19,32	18,77	19,48	26,97	25,19	37,43
Gaz des marais.	3,76	8,23	4,58	6,64	4,31	4,40	1,64	2,23	0,00
Hydrogène.	6,75	6,49	9,33	12,42	7,62	4,83	4,92	5,65	3,18
Gaz oléfiant.	0,48	0,85	0,95	1,57	1,36	0,00	0,00	0,00	0,00
Cyanogène.	»	»	»	»	»	»	traces	traces	1,34
Azote.	55,35	55,77	52,57	50,95	56,49	60,46	58,28	56,75	58,05
TOTAUX.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène pour 100 volumes azote.	37,5	35,0	39,0	36,3	39,3	34,0	37,2	40,0	»
Vapeur carbone par 100 volumes azote. . .	34,6	35,5	37,1	37,4	34,5	28,7	32,0	33,0	»

MM. Bunsen et Playfair ont constaté au fourneau d'Alfreton un fait qui avait été remarqué dès 1842 au fourneau au charbon de bois de *Maria-Zell*, en Styrie, la production du cyanure de potassium dans les portions du fourneau voisines de la tuyère. Ils ont été conduits par cette remarque à rechercher l'existence du cyanogène dans les gaz de la partie inférieure du fourneau.

Le goudron ne s'est montré dans les tubes d'aspiration que dans les expériences n°s III, IV et V. Au-dessous, la flamme était d'un bleu pur et non lumineuse.

L'analyse des gaz a été faite comme celle des gaz du fourneau de Veckerhagen. L'hydrogène bicarboné avait été absorbé par l'acide sulfurique fumant avant l'introduction de l'oxygène. Les gaz combustibles ont été déterminés à l'aide du calcul, connaissant l'oxygène absorbé, l'acide carbonique produit, et l'absorption déterminée par la détonation.

MM. Bunsen et Playfair tirent de leur travail diverses conclusions que je vais indiquer :

1° Le gaz des marais descend jusqu'à près de 24 pieds de profondeur. Or, comme il ne peut être produit que par la distillation de la houille, il en résulte que la conversion de la houille en coke n'est complète qu'à cette profondeur de 24 pieds.

Les auteurs ajoutent : « Les analyses démontrent que la proportion de l'azote dans les gaz » est à son minimum à la profondeur de 14 pieds, » tandis que les gaz hydrogénés sont, au contraire; » au maximum. Or, comme le gaz hydrogène est » uniquement produit par la houille sous l'influence d'une haute température, il en résulte » ce fait, *que la distillation de la houille atteint*

» *son maximum à la profondeur de 14 pieds.*

» On a remarqué, dans les expériences, que les » gaz, jusqu'à une profondeur de 14 pieds, sont » exempts de vapeur de goudron, mais qu'à partir » de ce point jusqu'à la profondeur de 17 pieds, » ils en sont abondamment chargés. La disparition » de ces vapeurs, dans les parties supérieures du » fourneau, démontre donc que, lors de leur pas- » sage à travers la couche incandescente de houille, » elles éprouvent une décomposition par suite de la » haute température qui y règne et de la vapeur » d'eau qui est présente; ce qui explique les rap- » ports irréguliers qu'on observe, dans les régions » supérieures du fourneau, entre l'acide carbonique » et l'oxyde de carbone.

Après une longue discussion des résultats de leurs analyses, les auteurs arrivent à ces conclusions : « 1° que dans les hauts-fourneaux anglais » la composition moyenne des gaz, dans les points » où le dégagement des gaz produits par la distil- » lation est à son maximum, ne peut être fixée » exactement; 2° que la réduction du minerai et » le dégagement de l'acide carbonique de la cas- » tine ont lieu dans la portion inférieure du four- » neau et les étalages, c'est-à-dire entre 24 et » 34 pieds de profondeur. »

On peut comparer ces résultats avec mes expériences déjà citées sur le haut-fourneau d'Audincourt, où l'on consommait un mélange de bois en nature et de charbon. Des expériences directes m'ont appris que dans toute la partie de la cuve supérieure à la zone de distillation, il n'y avait ni réduction du minerai, ni même dessiccation du bois. Les expériences que j'ai faites en 1837 au haut-

fourneau de Vellexon (1) m'avaient conduit aux mêmes conclusions. Il est regrettable que des expériences semblables n'aient point été faites à Alfreton. Il ne me paraît pas possible d'admettre, avec MM. Bunsen et Playfair, que si l'on ne trouve du goudron que dans les gaz recueillis entre 14 et 17 pieds de profondeur, il faut l'attribuer à la décomposition éprouvée par les vapeurs de ce goudron en traversant *les couches supérieures incandescentes de houille*. S'il existe, en effet, au-dessus de la profondeur de 14 pieds, une zone incandescente, on ne comprendrait pas comment la houille arriverait à cette profondeur de 14 pieds sans avoir perdu au moins une grande partie de son goudron, et comment elle peut traverser cette zone où le goudron se décompose pour arriver à une profondeur plus grande où le goudron ne fait *que se dégager*. Ce qui est infiniment probable, c'est que la distillation de la houille ne commence réellement qu'à 14 pieds de profondeur, et que le minerai et le combustible froids, qui occupent toute la partie supérieure de la cuve, servent d'appareils de condensation pour les vapeurs de goudron. J'avoue que je ne comprends pas non plus comment la forte proportion d'hydrogène (12,42 p. 100) qu'on a trouvée dans les gaz pris à 14 pieds de profondeur, prouverait que la distillation de la houille atteint son maximum dans cette zone. S'il n'y a pas réduction du minerai de fer dans toute la partie supérieure de la cuve en raison de l'abaissement de la température, il est évident que tout l'hydrogène trouvé à 14 pieds doit se retrouver dans les gaz au gueulard.

(1) Annales des mines, 3e série, t. XIV, p. 41.

Les huit premières analyses de MM. Bunsen et Playfair se rapportent toutes à des gaz qui n'ont point agi sur le minerai de fer, puisque la proportion d'oxygène combiné qu'ils renferment à 24 pieds de profondeur est plus grande même que celle qu'ils contiennent au gueulard. Je ne puis donc considérer ces analyses comme exprimant les modifications successives qu'éprouve, dans un haut-fourneau marchant d'une manière normale, le courant gazeux ascendant. Tout le travail de MM. Bunsen et Playfair se résume pour moi dans deux analyses : l'une quelconque ou la moyenne des huit premières analyses, et la neuvième qui a été faite sur des gaz extraits à 6 pieds au-dessus des tuyères. Cette dernière analyse a vérifié le fait que j'avais constaté le premier dans toutes mes expériences, la disparition complète de l'acide carbonique dans le gaz pris à une petite distance de la tuyère jusqu'à une certaine hauteur dans le fourneau, où l'acide carbonique reparaît par la réduction de l'oxyde de fer par l'oxyde de carbone.

MM. Bunsen et Playfair ont comparé la méthode eudiométrique qu'ils ont suivie à la méthode d'analyse par l'oxyde de cuivre que j'ai employée. Ils insistent sur ce que cette méthode n'a pas donné de gaz des marais dans les analyses des gaz du fourneau de Clerval. Cette absence du gaz des marais prouve, selon eux, le peu d'exactitude de mon procédé, et ils en concluent qu'on doit accorder peu de confiance aux résultats de mes analyses.

On me permettra de répondre aux critiques de ces savants distingués, et de comparer avec quelques détails les deux procédés d'analyse.

Toutes les personnes qui s'occupent d'analyses chimiques savent combien est délicate et souvent

incertaine la détermination des éléments d'un corps, quand elle doit s'opérer à l'aide du calcul, et que l'un ou plusieurs de ces éléments ne sont qu'en petite proportion dans le composé. Si nous prenons, par exemple, un mélange de chlorure de potassium et de chlorure de sodium, on peut déterminer avec facilité par le calcul les proportions relatives des deux chlorures, si l'on connaît leur poids total et le poids du précipité qu'ils produisent quand on les décompose par le nitrate d'argent. La détermination sera suffisamment exacte, si les deux chlorures sont tous les deux en forte proportion; elle deviendra très-incertaine par rapport à l'un d'eux, s'il ne se trouve qu'en très-petite quantité dans le mélange. On pourrait être amené ainsi à conclure que l'un des chlorures se trouve en petite quantité dans le mélange alors qu'il n'y existerait pas réellement, ou à admettre le résultat inverse, suivant le sens des erreurs de l'expérience; une méthode directe de dosage est alors bien préférable.

Dans la méthode de M. Bunsen, comme dans la mienne, les proportions des trois gaz combustibles, oxyde de carbone, hydrogène et gaz des marais, sont déduites du calcul. Les éléments qui servent de base au calcul, dans la méthode de combustion par l'oxyde de cuivre, sont: la perte de poids du tube à combustion, l'augmentation de poids du tube à chlorure de calcium, l'augmentation de poids de l'appareil à potasse. Si l'air n'a pas été complétement expulsé de l'appareil avant l'analyse par le courant d'azote qui y circule, s'il y a un peu d'air mélangé avec les gaz analysés, la perte de poids du tube à combustion sera trop faible, et par conséquent les analyses pourraient

n'indiquer que de l'oxyde de carbone et de l'hydrogène, dans le cas même où il y aurait de l'hydrogène carboné. Dans ce procédé, les causes d'erreur sont évidemment dans le sens que j'indique. Elles tendent à diminuer la proportion d'hydrogène carboné.

On peut signaler bien des causes d'erreur dans la méthode eudiométrique de M. Bunsen. Je ne parle pas des difficultés qu'on éprouve à constater exactement le volume et la température des gaz, leur degré d'humidité; ce sont là des causes d'erreur bien connues que M. Bunsen n'évite pas complétement, mais qui peuvent agir tantôt dans un sens et tantôt dans un autre. Il y en a d'autres qui agissent toujours dans le même sens. M. Bunsen absorbe l'excès d'oxygène par le phosphore, et il admet que l'acide phosphoreux et le phosphore en vapeur dans l'azote qui reste augmentent son volume de 1/40. Je ne sais d'après quelles expériences il est permis d'admettre l'exactitude de cette correction. MM. Scheerer et Langberg ont reconnu qu'elle était *presque toujours* trop forte. Cette cause d'erreur affecte directement l'oxygène absorbé par la combustion des gaz.

M. Bunsen absorbe l'acide carbonique par la potasse solide après la combustion des gaz, sans avoir préalablement desséché ceux-ci. Il en résulte une erreur sur la contraction de volume résultant de la détonation, et une autre erreur sur la détermination de l'acide carbonique produit (1).

---

(1) Les premiers résultats publiés par M. Bunsen dans les Annales de Poggendorff et dans les Annales des mines sont très-différents de ceux qu'il a adoptés depuis, d'après

On sait quelle difficulté on éprouve à avoir des gaz absolument purs. Supposons une petite quantité d'azote dans l'oxygène introduit, il est facile de voir qu'on serait conduit à admettre pour l'oxygène absorbé dans la détonation un nombre trop fort de tout le volume du gaz étranger, et cette circonstance tend à augmenter la proportion de l'hydrogène carboné.

Une autre cause d'erreur dans les analyses eudiométriques de mélanges d'azote et de gaz combustibles a été signalée par MM. Bunsen et Kolbe (1), par MM. Regnault et Reiset (2), et enfin par M. Doyère (3). Quand on fait détoner en présence d'un excès d'oxygène un mélange de gaz combustibles et d'azote, il se forme des composés nitreux toutes les fois que le mélange détonant forme une fraction un peu considérable du mélange total. D'après MM. Regnault et Reiset, la formation des produits nitreux ne commence que quand le mé-

d'autres bases de calcul. On peut en juger par les nombres suivants qui représentent les gaz combustibles avant et après corrections.

NUMÉROS des ANALYSES.	1		2		3		4		5		6		7	
	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°	1°	2°
Oxyde de carbone.	25.81	24,20	26.70	22.24	29.75	25,77	32.23	30,08	33,06	29,27	29,99	26,99	30,63	26 51
Hydrogène	00.25	1,33	0,65	1,27	1.80	0,58	0.68	1,77	0,0	2,17	0,0	0,15	0.0	1,06
Gaz des marais. . .	1,79	3,36	1,40	3,10	0,80	4,04	0,66	2,24	1,04	1,07	2,50	3,84	0 31	1,88

(1) Annales der chem. und pharm., t. LIX, p. 208.
(2) Annales de chimie et de phys., 3ᵉ s., t. XXVI, p. 350.
(3) Annales de chimie et de phys., 3ᵉ série, t. XXVIII, p. 24 et 52.

lange détonant forme les 45/100 du gaz. D'après M. Doyère, la production de ces composés est déjà sensible quand le mélange détonant d'oxygène et d'hydrogène est le tiers du volume total des gaz. En présence du mercure et d'un excès d'oxygène humide, les produits nitreux donnent lieu à du nitrate de protoxyde de mercure. Il est clair que cette formation conduit à des nombres trop forts pour l'oxygène absorbé dans la détonation, et par conséquent a une quantité trop considérable d'hydrogène carboné. Il me paraît difficile que M. Bunsen ait évité cette cause d'erreur, qui n'avait point encore été signalée, dans les analyses de gaz de Veckerhagen et d'Alfreton.

On peut établir, du reste, que les analyses des gaz du haut-fourneau de Veckerhagen ont été influencées par les causes d'erreur indiquées. Je rappelle ici les proportions d'hydrogène carboné et d'hydrogène qu'ils renferment.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
Gaz des marais. .	3,36	3,10	4,04	2,24	1,07	3,84	1,88
Hydrogène. . . .	1,33	1,27	0,58	1,77	2,17	0,15	1,06
Hydrogène contenu dans les deux gaz (vol.).	9,03	7,37	8,66	6,25	4,31	7,83	4,82

Le gaz des marais ne peut provenir que de la distillation du charbon de bois dans le haut-fournead. M. Bunsen a reconnu lui-même que la vapeur d'eau, au contact du charbon incandescent, ne produisait que de l'hydrogène et de l'oxyde de carbone. L'hydrogène carboné devait donc être en proportion plus faible par rapport à l'hydrogène total que dans les produits de la distillation du charbon.

Pour résoudre la question de la composition des

gaz produits par la distillation du charbon, j'ai rempli une cornue de porcelaine de charbon de bois de chêne de Clerval, desséché préalablement à une température de 120°. Les gaz ont été recueillis au bout d'un certain temps, quand on a pu penser que tout l'air avait été expulsé de l'appareil. Le premier produit de cette distillation devait renfermer plus d'hydrogène carboné que tous les autres. Je l'ai analysé dans l'eudiomètre de M. Regnault. L'acide carbonique a été absorbé par la potasse dans le laboratoire de l'eudiomètre, puis on a fait détoner les gaz avec un excès d'oxygène. La contraction de volume a été mesurée, puis l'acide carbonique a été absorbé par la potasse. Le résidu renfermait l'excès d'oxygène; on l'a fait détoner avec un excès d'hydrogène pour s'assurer s'il n'y avait pas d'azote dans le mélange gazeux. Les gaz ont été calculés comme il a été dit plus haut. On a obtenu :

	volumes.	
Acide carbonique.	3,1	
Hydrogène.	73,3	
Hydrogène protocarboné.	11,8	contenant hydrog. 23,6
Oxyde de carbone.. . . .	11,3	
Azote.	0,5	
	100,0	

Ainsi l'hydrogène protocarboné forme moins du sixième du volume de l'hydrogène libre et un huitième seulement du volume total de l'hydrogène. On comprend donc difficilement comment il se trouve en proportion trois fois plus considérable que l'hydrogène dans les gaz du fourneau de Veckerhagen pris près du gueulard, et comment il se fait qu'il y ait 3,84 d'hydrogène carboné, et seulement 0,15 d'hydrogène dans les gaz pris à 12 pieds de profondeur.

Appliquons les mêmes résultats aux gaz du fourneau de Clerval, dont les analyses n'ont pas accusé d'hydrogène carboné. La proportion d'hydrogène contenue dans les gaz au gueulard est de 5,82 p. 100; pris au ventre du fourneau, ils en contiennent encore 1,92 p. 100, et cet hydrogène provient tout entier de la décomposition de la vapeur d'eau contenue dans l'air par le charbon, puisque le charbon arrive au ventre du fourneau complétement calciné. La portion d'hydrogène qui provient de la distillation du charbon est donc de 3,90. Si nous admettons que l'hydrogène protocarboné s'y trouve en même proportion que dans l'analyse citée plus haut des gaz de la distillation, on trouvera que sur les 3,90 d'hydrogène il devait y avoir 12 p. 100 ou seulement 0,47 p. 100 d'hydrogène carboné. J'admets volontiers que la méthode d'analyse employée pour les gaz du fourneau de Clerval ne m'ait pas permis de reconnaître et de doser 4 à 5 millièmes de gaz des marais existant dans les gaz au gueulard, et qui ne se retrouve plus dans les parties inférieures du fourneau. Cette exactitude absolue, fort désirable dans tous les cas, n'était pourtant pas nécessaire pour atteindre le but que je me proposais. Qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas dans les gaz au gueulard des hauts-fourneaux au charbon de bois, quelques millièmes d'hydrogène protocarboné, la question est assurément de bien peu d'importance; mais je ne saurais admettre que la méthode de M. Bunsen, qui trouve près de 4 p. 100 d'hydrogène carboné dans des gaz qui n'en renferment pas, soit plus exacte que la mienne qui aurait laissé échapper quelques millièmes du même gaz.

Ce n'est pourtant pas à la méthode d'analyse de

M. Bunsen que j'attribuerai les différences essentielles qui se présentent entre ses résultats et les miens. M. Bunsen a rendu assurément la méthode eudiométrique plus précise qu'elle n'était avant lui et je suis convaincu qu'il aurait parfaitement reconnu la succession des phénomènes qui se passent dans les hauts-fourneaux sans une circonstance dont ni M. Bunsen, ni MM. Scheerer et Langberg ne me paraissent avoir soupçonné l'importance. L'emploi d'un tuyau étroit, formé par des canons de fusil soudés et descendant dans le haut-fourneau à une profondeur considérable, me paraît un très-mauvais moyen d'obtenir des gaz dont la composition moyenne soit celle de la zone qui correspond à sa partie inférieure. Un tuyau aussi étroit s'engorgera certainement par du minerai et du charbon, qui modifieront la composition des gaz provenant de l'orifice inférieur. J'ai toujours eu soin, dans mes expériences, de me servir de tuyaux d'un grand diamètre. Le courant de gaz qui en sortait était animé ordinairement d'une vitesse assez grande pour projeter au dehors des fragments de charbon et des grains de minerai. Je crois que si M. Bunsen eût employé ce mode d'extraction, s'il eût percé le fourneau dans ses parties inférieures, il aurait constaté dans les gaz du haut-fourneau de Veckerhagen les mêmes modifications progressives de composition que j'ai signalées depuis à Clerval et à Audincourt, au lieu des anomalies inexplicables et des résultats contradictoires que présente la succession de ces analyses.

Pour justifier, autant qu'il dépendait de moi, les résultats de mes précédentes recherches, j'ai voulu vérifier, par une méthode eudiométrique

aussi précise que possible, les conclusions auxquelles j'avais été conduit par la méthode des pesées. J'ai donc recommencé deux nouvelles séries d'expériences, l'une sur les gaz du haut-fourneau de Clerval, qui roule au charbon de bois; l'autre sur les gaz d'un des hauts-fourneaux au coke de l'usine de Seraing (Belgique).

1° *Analyse des gaz du haut-fourneau de Clerval.*

Les dimensions du haut-fourneau de Clerval, en octobre 1848 (1), époque à laquelle j'ai effectué mes prises de gaz, étaient très-notablement différents de ce qu'elles étaient en septembre 1841. La hauteur totale avait été portée de 8^{m},67 à 10 mètres, et le diamètre au grand ventre de 2^{m},16 à 2^{m},50. Le haut-fourneau présente en outre une partie cylindrique de 0^{m},50 de hauteur entre les deux troncs de cône, qui constituent l'un la cuve, l'autre les étalages. Voici, du reste, les principales dimensions du fourneau :

	mètres.
Diamètre au gueulard.	0,56
Hauteur de la cuve.	6,67
— de la partie cylindrique. . .	0,50
Diamètre au ventre.	2,50
Hauteur des étalages.	2,03
— de l'ouvrage.	0,40
— du creuset.	0,40
Distance de la tuyère au contrevent.	0,58
Hauteur totale du fourneau.	10,00

(1) M. Auguste Bouchot, l'un des propriétaires des hauts-fourneaux de Clerval, a bien voulu mettre à ma disposition tous les moyens qu'il possédait pour l'exécution de mes expériences. Je lui renouvelle ici tous mes remercîments pour la bienveillance amicale qu'il m'a témoignée.

Le haut-fourneau marchait à l'air froid. On avait supprimé l'emploi de l'air chaud comme nuisible à la qualité des fontes, bien qu'il produisît une économie notable sur la consommation du combustible. La buse a 0m,063 de diamètre, et la tuyère 9 centimètres de largeur sur 10 de hauteur.

La charge se composait de :

	m. c.		kilog.	
Charbon de bois.	0,500	pesant	115	
Minerais en grains divers.. . . .	0,100	—	180	310
Minerai calcaire de Laissey. . .	0,065	—	115	
Castine.	0,010	—	15	

On passe trente-deux charges par vingt-quatre heures. La coulée se fait après vingt charges et produit 1.800 kilogrammes de fonte noire pour seconde fusion. La production journalière est donc d'environ 2.800 à 2.900 kilogrammes de fonte.

Le vent était injecté dans le fourneau sous une pression de 0m,033 de mercure. La soufflerie était mise en mouvement par une machine à vapeur dont le générateur était alimenté par les gaz du gueulard. Ceux-ci se rassemblaient dans un espace annulaire ménagé au sommet du fourneau autour d'un cylindre en fonte qui recevait la charge, et ils étaient amenés ensuite sur le sol de l'usine jusque sous la chaudière où on les enflammait.

Les gaz ont été recueillis en cinq points différents du haut-fourneau dans de larges tubes en verre auxquels on avait soudé des tubes plus étroits aux deux extrémités. Les tubes étroits convenablement étirés ont été mis en communication, d'une part avec la source de gaz, d'autre part avec un aspirateur. On les fermait à la lampe, après y

l'analyse n° III; elle a été faite exactement dans les mêmes conditions que la première, c'est-à-dire en opérant sur le même volume de gaz et employant à très-peu près les mêmes quantités d'oxygène pour effectuer la combustion. Il s'est formé une petite quantité de produits nitreux dans la détonation en présence d'un excès d'oxygène.

(IV) Gaz pris à 6 mètres de profondeur, au moyen d'une ouverture pratiquée dans la maçonnerie du fourneau, et qui donne issue à un courant rapide de gaz qui vient brûler à l'air avec une flamme bleuâtre.

(V) Gaz pris dans le même orifice que le précédent, une heure après environ.

(VI) Gaz pris dans un orifice percé dans la maçonnerie du fourneau à la rustine, c'est-à-dire sur la face opposée à la poitrine du fourneau. Cet orifice est à 1^m,05 au-dessus de la tuyère. Le gaz sort de cet orifice avec force et vient brûler à l'air avec une flamme blanche et des fumées épaisses d'oxyde de zinc. On a extrait les gaz en faisant plonger dans l'orifice un tube de porcelaine à l'extrémité duquel on effectuait l'aspiration.

(VII) Gaz pris en introduisant dans la tympe, à 0^m,40 de profondeur, un canon de fusil dans lequel on avait placé un tube de porcelaine. Le courant de gaz qui se dégageait de ce tuyau était assez rapide pour projeter au dehors du laitier et de la fonte incandescente. On a pu néanmoins aspirer le gaz sans trop de difficulté.

Les gaz extraits de la partie inférieure du fourneau de Clerval entraînent des proportions assez considérables de vapeur de zinc. Je n'y ai pas rencontré de cyanogène, bien que j'aie cherché à le reconnaître dans les gaz des expériences IV à VII.

Les résultats des analyses précédentes sont complétement d'accord avec ceux obtenus par la méthode de combustion au moyen de l'oxyde de cuivre, à une exception près, qui se rapporte à la présence de quelques millièmes d'hydrogène carboné. Or, comme les produits obtenus dans les détonations en présence d'un excès d'oxygène renfermaient incontestablement de petites quantités de produits nitreux qui avaient attaqué le mercure, il est permis de penser que, sans cette circonstance, on n'aurait point trouvé d'hydrogène carboné dans les dernières analyses, et que la proportion de ce gaz contenu dans les gaz du gueulard aurait été réduite à 6 ou 7 millièmes au plus. On peut remarquer également qu'en ajoutant au nombre qui représente l'hydrogène le double du volume du gaz des marais, représentant l'hydrogène contenu dans ce gaz, on arrive à des résultats qui se confondent pour ainsi dire avec ceux de la méthode par les poids.

Les conclusions qu'on peut tirer des analyses qui précèdent sont absolument les mêmes que celles de mon précédent travail. On voit que l'acide carbonique, qui existe en proportion assez forte dans les gaz du gueulard, diminue rapidement à mesure qu'on descend dans le fourneau, tandis que l'oxyde de carbone augmente. A la profondeur de 6 mètres, l'acide carbonique a disparu et ne se retrouve plus que tout à fait à la base du fourneau.

En examinant les nombres qui représentent l'oxygène et le carbone rapportés au volume 100 d'azote, on voit la réduction suivre une marche progressive de la profondeur de 6 mètres au gueulard. L'oxygène combiné s'élève de 28,2 à 42,5. La proportion de carbone s'élève, dans la même zone, de 28,5 à 32,8, résultat qui provient tant de l'acide

carbonique dégagé par la castine et le minerai calcaire, que des produits gazeux de la distillation du charbon. On voit que la réduction du minerai est déjà très-avancée à 6 mètres de profondeur, et qu'elle s'opère, pour ainsi dire, sans consommation de charbon, par la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique.

Les proportions d'hydrogène et d'hydrogène carboné renfermés dans les gaz suivent une marche inverse de celle de l'oxyde de carbone. Elles tendent à augmenter depuis les étalages jusqu'au gueulard. Il semble donc que l'hydrogène n'exerce aucune action réductive dans le fourneau.

Tous ces faits sont absolument les mêmes que ceux que j'avais précédemment signalés et développés (Annales des mines, 3ᵉ série, t. XX, p. 421 et suiv.).

Une seule circonstance mérite d'être remarquée: la zone de réduction est évidemment plus voisine du gueulard dans ces dernières expériences que dans celles faites en septembre 1841 ; à 3 mètres de profondeur, les gaz ne renferment plus que 4,2 p. 100 d'acide carbonique. Dans les expériences de septembre 1841, la réduction ne commençait pas encore à $2^m,67$ de profondeur, puisque l'acide carbonique était à son maximum dans cette région du fourneau. A 4 mètres au-dessous du gueulard, la quantité d'acide carbonique était encore de 8,86 p. 100. Il est permis d'attribuer cette différence de position de la zone de réduction à la substitution de l'air froid à l'air chauffé que l'on employait en 1841. On sait, en effet, que l'emploi de l'air chauffé a pour résultat d'élever la température dans les régions inférieures du fourneau et de l'abaisser, au contraire, dans la cuve. J'ai

donné de ce fait une explication qui me paraît s'accorder de tout point avec les circonstances de sa production. (Ann. des mines, 3[e] sér., t. XX, p. 438).

Les analyses n[os] VI et VII, faites sur des gaz pris à 1[m],05 de la tuyère et à la tympe, peuvent être rapprochées de celles faites en 1841 à 0[m],44 au-dessus de la tuyère et à la tympe. La proportion d'oxyde de carbone s'élève très-notablement au-dessus de celle qui serait contenue dans un gaz formé par de l'air dont l'oxygène serait changé en oxyde de carbone (34,4 pour 65,6 azote); mais la différence est moins grande ici que dans les analyses de 1841, où la quantité d'oxyde de carbone contenue dans les gaz pris à la tympe s'était élevée à 51,35. Ce fait me paraît pouvoir être attribué à la rapidité du courant, lors de la dernière expésience. L'oxyde de carbone produit par la réaction des laitiers ferreux sur le carbone de la fonte se trouvait en proportion moindre, par rapport au gaz de la colonne ascendante, que dans les expériences précédentes (Mém. cité, p. 421) La rapidité de la sortie des gaz explique aussi la présence d'une certaine quantité d'acide carbonique dans les gaz pris sous la tympe.

Je me dispenserai de déterminer de nouveau les nombres qui reprèsentent la puissance calorifique des gaz du fourneau de Clerval, le rapport de cette valeur au pouvoir calorifique du charbon consommé, les quantités d'air à employer pour la combustion, les températures maxima qu'elle peut produire, etc.; ces déterminations ont été faites et publiées à la suite de mon précédent travail, et il y aurait peu d'intérêt à reproduire ici des calculs analogues qui conduiraient à des résultats presque identiques.

Analyse des gaz du haut-fourneau de Seraing.

Les expériences ont été faites en septembre 1848 sur le haut fourneau n° 6 de l'usine de Seraing. M. Coste, ancien préparateur de l'École des mines de Paris, aujourd'hui chargé de la direction des hauts-fourneaux de Seraing, a bien voulu faire prendre quelques dispositions pour l'extraction des gaz à diverses hauteurs. J'ai eu également l'avantage de me rencontrer dans cette usine avec un savant métallurgiste belge, M. Valerius, dont on connaît l'excellent ouvrage sur la fabrication du fer et qui m'a communiqué beaucoup de renseignements intéressants pour lesquels je le prie d'agréer tous mes remercîments.

Voici les principales dimensions du fourneau sur lequel les expériences ont été faites.

	PIEDS ANGLAIS.	
	pieds.	pouces.
Hauteur de la cuve.	26	8
Diamètre au gueulard.	9	
Diamètre au ventre.	15	
Hauteur des étalages.	14	10
Largeur en haut de l'ouvrage. .	3	7
Hauteur de l'ouvrage.	4	4
Largeur entre les tuyères. . . .	3	
Hauteur du creuset.	2	8
Hauteur totale du fourneau. . .	50	

Le fourneau est à deux tuyères. La quantité de vent que les buses lancent dans le fourneau est de 122 mètres cubes par minute sous une pression de 5″ de mercure. L'air est chauffé à 100°.

La charge se compose de :

	kil.
Minerais non grillés.	650
Scories de forge de chaufferie.	650
Castine.	430
Coke. 2 mètres cubes, ou. . .	800

On coule toutes les 12 heures et l'on obtient 8,500 kil. de fonte blanche un peu cristalline, que l'on coule en plaques minces et que l'on passe dans les fours à puddler sans mazéage préliminaire.

Le rendement des minerais est de 42 pour 100 et la consommation en coke d'environ 1,500 kil. aux 1,000 kil. de fonte (Valérius). Elle s'élève à 1,800 ou 2,000 kil. pour 1,000 de fonte quand le fourneau marche en fonte de moulage. Le haut fourneau était en feu depuis un an quand les expériences ont été faites.

Les gaz ont été pris au moyen d'un tuyau enfoncé dans la cuve jusqu'à 12 pieds de profondeur. Dans la partie inférieure du fourneau, ils ont été extraits par une ouverture pratiquée dans la maçonnerie.

Voici les résultats obtenus :

PROFONDEUR au-dessous DU GUEULARD.	à 1′ profondeur.		4′	9′	10′		12′	45′
NUMÉROS des expériences.	I.	I *bis.*	II.	III.	IV.	IV *bis.*	V.	VI.
Acide carbonique. . .	11,39	11,39	9,85	1,54	1,08	1,13	0,10	»
Oxyde de carbone. . .	28,61	28,93	28,06	33,88	35,20	35,35	36,30	45,05
Hydrogène.	2,71	3,04	0,97	0,69	1,72	2,08	2,01	0,25
Hydrogène protocarboné.	0,20	»	1,48	1,43	0,33	0,29	0,25	0,07
Azote.	57,06	56,64	59,64	62,46	61,67	61,15	61,34	54,63
TOTAUX. . .	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène pour 100 vol. d'azote.	45,0	45,6	40,0	29,6	30,2	30,6	29,9	41,2
Vapeur de carbone pour 100 vol. azote.	35,2	35,7	33,0	29,4	29,6	30,0	29,9	41,3

(I) Le gaz est pris en enfonçant dans le gueulard un tube en fer d'environ 3 cent. de diamètre à un pied environ de profondeur. Le tube aspirateur vient plonger dans ce tuyau d'où le gaz se dégage avec abondance.

(I *bis.*) Cette analyse a été faite sur le même gaz que le n° 1.

(II) Gaz pris à 4' de profondeur dans les mêmes conditions que le n° 1. Le courant de gaz qui s'échappe par l'extrémité du tuyau est assez rapide et vient s'enflammer spontanément à l'air.

(III) Courant rapide de gaz, s'enflammant spontanément, flamme bleuâtre.

(IV et IV *bis*) Gaz pris à 10' de profondeur. Il en a été fait deux analyses consécutives.

(V) Gaz pris par le tuyau en fer à 12' de profondeur. Le tuyau de fer a été retiré du fourneau après cette prise de gaz. Son extrémité était encore chauffée au rouge cerise quand il a été retiré.

(VI) Gaz pris à la rustine par une ouverture pratiquée dans la maçonnerie, à 2 pieds environ au-dessus des tuyères. Les gaz qui se dégagent par cet orifice sont accompagnés d'une fumée blanche abondante qui contient, d'après M. Valérius, du cyanure de potassium; d'après ce métallurgiste, les fumées blanches qui se dégagent avec abondance du gueulard des hauts-fourneaux de Seraing et que l'on attribuait exclusivement à l'oxide de zinc, contiendraient également de fortes proportions de cyanure alcalin.

J'ai recherché le cyanogène dans les gaz analysés sous le n° VI. La potasse ne diminue pas leur volume d'une quantité appréciable. Ils ne renferment donc ni acide carbonique, ni acide sulfhydrique, ni cyanogène.

Si l'on compare les résultats des analyses qui précèdent avec celles des gaz des fourneaux au coke de Vienne et de Pont-l'Evêque (1), on sera conduit aux mêmes conclusions théoriques. On voit l'acide carbonique diminuer très rapidement, en même temps que l'oxygène combiné dans le gaz, à mesure qu'on s'enfonce dans la cuve, ce qui prouve qu'une réduction énergique s'opère par l'oxyde de carbone dans le voisinage du gueulard sous l'influence de la haute température que possède encore dans cette région le courant gazeux ascendant. C'est aussi dans cette région, comprise entre 1' et 9' de profondeur, que s'opère la calcination de la castine. La composition des gaz en fournit une preuve directe. En effet, la quantité de vapeur de carbone rapportée à 100 vol. azote est à 9' de profondeur de 29,4 à 30,0 et au gueulard de 35,2 à 35,7. Le coke ne dégage qu'une quantité presque insignifiante de produits carbonés par la distillation. La réduction du minerai se fait dans cette région par la transformation de l'oxyde de carbone en acide carbonique, sans changement de volume et sans consommation de charbon. D'un autre côté, l'augmentation dans la proportion d'hydrogène est trop peu considérable pour que l'on puisse admettre que la vapeur d'eau en se décomposant a pu dissoudre une quantité notable de charbon. On ne peut expliquer cet accroissement rapide dans la proportion du carbone combiné qu'en l'attribuant à la décomposition de la castine.

On peut vérifier, du reste, par la comparaison des résultats des analyses avec les données inscrites plus haut sur le roulement du fourneau, si les ana-

(1) Annales des mines, 4e série, t. V, p. 3.

lyses peuvent représenter la moyenne du courant gazeux qui s'échappe du gueulard.

Les minerais rendent en moyenne 42 p. 100 de fonte. On admet à Seraing que la richesse des minerais et des scories de forges est à peu près la même. Le coke contient en moyenne 6 p. 100 de cendres et 3 p. 100 d'eau hygrométrique et de produits volatils. Cela posé, la charge contient

				kil.
Coke. . .	800	Correspondant à carbone pur. . .		728
Castine. .	450	200 acide carbonique.	Carbone. . .	54
		250 chaux	Oxygène. . .	146
130 kil. minerais et scories.	Scories. . 650	contenant oxygène du protoxyde de fer.		78
	Minerais . 650	oxygène du peroxyde de fer		117

on a donc :

			kil.
Carbone.	Total.		782
Oxygène	de la castine. . .	146	341
	des scories. . . .	76	
	des minerais. . .	117	

Si les analyses des gaz du gueulard représentaient bien la composition moyenne au sortir du fourneau, les poids de l'oxygène et du carbone inscrits plus haut devraient être dans le même rapport que le carbone et l'oxygène des gaz, en déduisant de ce dernier la proportion correspondante à l'azote renfermé dans le gaz. Or, le nombre qui représente l'oxygène au gueulard est égal à 45,0 et en en déduisant 26,3 qui correspondent à l'azote, de 18,7 : les rapports de l'oxygène et du carbone sont de 18,7 à 35,2 en volumes, et en poids de 18,7 à 26,4. Le rapport est ici d'environ 3 à 4 tandis qu'il devrait être inférieur à 1/2 d'après les nombres donnés plus haut.

Il faut conclure de là que les analyses des gaz du gueulard ne représentent pas la composition moyenne du courant gazeux à sa sortie. Ce fait se conçoit du reste assez aisément et il doit se produire toutes les fois qu'on soutire le gaz par un orifice d'une section faible par rapport à celle du fourneau, dans une région où des réactions chimiques s'opèrent avec rapidité. Le courant gazeux n'a pas partout la même vitesse dans tous les points d'une même section horizontale. Il est beaucoup plus rapide le long des parois de la cuve. La portion de ce courant qui filtre à travers le minerai et la castine doit nécessairement éprouver des modifications plus profondes dans sa composition que le gaz qui se dégage le long des parois et se charger d'une proportion plus forte d'oxygène et d'acide carbonique.

Il est évident qu'on atténuera d'autant plus cette différence entre la composition moyenne du courant et celle des gaz qui se dégagent par le tuyau abducteur, que la section de celui-ci sera une fraction plus considérable de la section horizontale du fourneau correspondant à son extrémité. La section du tube dont nous nous sommes servis à Seraing, à défaut d'un plus large, n'était que $\frac{1}{10000}$ de la surface du gueulard. Les tuyaux dont je m'étais servi pour prendre les gaz à Clerval et à Audincourt avaient une section égale au trentième de la surface du gueulard et le courant s'en échappait avec une grande vitesse, ce qui permettait d'en conclure que l'analyse des gaz de ce courant devait représenter avec précision la composition moyenne de la tranche gazeuse correspondante.

Quand on arrive dans une région du fourneau où

la composition de la tranche gazeuse varie peu sur une faible hauteur, on conçoit que le gaz sortant par un orifice étroit pourra représenter assez exactement la composition moyenne, puisque celle-ci est alors sensiblement la même sur tous les points d'une même section horizontale. Ainsi, quand on arrive dans le haut fourneau de Seraing à 12' de profondeur, l'acide carbonique a disparu et ne reparaît plus que vers la tuyère du fourneau. Dans cet espace de 33 pieds formant les deux tiers de la hauteur du fourneau, le courant gazeux est essentiellement formé d'oxyde de carbone et d'azote dans des proportions qui varient très-lentement. La proportion d'oxygène dans l'air atmosphérique est de 26,3 pour 100 vol. d'azote. Elle est de 29.9 à 12' de profondeur. La différence 3,6 représente l'oxygène enlevé au lit de fusion depuis la tuyère jusqu'à cette hauteur. Le rapport du poids de cet oxygène au poids du carbone contenu dans les gaz est celui de 3,6 à 22,4 ou 16 p. 100. Or, le rapport de l'oxygène contenu dans le protoxyde de fer des scories de forges au carbone du coke est de 78 : 728 ou 11 p. 100 seulement, en sorte qu'on pourrait admettre que la réduction des silicates de fer qui constituent les scories de forges s'opère tout entière dans la zone comprise entre 12 pieds de profondeur et la tuyère. On sait que les silicates de fer se réduisent bien plus difficilement que les oxydes, mais cette réduction paraît néanmoins pouvoir s'effectuer par l'hydrogène et par l'oxyde de carbone dans les régions fortement échauffées du haut-fourneau. Des expériences faites en 1839 au fourneau de Clerval (Annales des Mines, 3e série, t. XVI, p. 582), ont montré que des scories ri-

ches appelées sornes se réduisaient lentement par cémentation dans la partie inférieure de la cuve. Il est clair que la réduction pourra être d'autant plus complète que le temps pendant lequel elle pourra s'opérer sera considérable. Or cette condition est évidemment remplie dans les hauts-fourneaux, comme celui de Seraing, qui présentent un très-grand volume à l'intérieur et une température élevée sur une très-grande partie de leur hauteur. La réduction des scories de forges dans les régions fortement échauffées donne lieu à la formation d'une quantité correspondante d'oxyde de carbone, et par conséquent à une consommation de combustible. Cette réaction produit aussi une absorption considérable de chaleur latente, ainsi que jai eu occasion de le démontrer (Annales des mines, 3e s., t. XX, p. 582).

La proportion très-considérable d'oxyde de carbone que l'on rencontre dans les gaz pris à 45 pieds de profondeur est un fait qui s'est présenté dans les analyses des gaz à tous les hauts-fourneaux aspirés dans cette région. J'ai essayé de donner l'explication de cette circonstance à l'occasion des analyses des gaz pris à la tympe du fourneau de Clerval.

La zone de réduction des minerais autres que les scories de forges est placée tout près du gueulard du haut-fourneau. C'est là un fait qui paraît commun à tous les fourneaux au coke, car je l'avais observé déjà dans les hauts-fourneaux de Vienne et de Pont-l'Évêque. Il est dû sans aucun doute à la température élevée que possèdent les gaz jusque dans les parties supérieures de l'appareil. L'élévation de température des gaz doit être attribuée à la consommation du combustible plus

forte dans les fourneaux au coke que dans les fourneaux au charbon de bois. Le haut-fourneau de Seraing consommait 728 kil. de carbone réel pour 546 kil. de fonte, soit 133 de carbone pour 100 de fonte. Cette consommation est faible pour un haut-fourneau au coke, mais elle est encore plus considérable que celle des hauts-fourneaux au charbon de bois marchant en fonte blanche d'affinage, qui ne consomment que 75 de carbone fixe pour 100 de fonte produite. Cette plus grande consommation de combustible, dont j'ai essayé d'indiquer la cause dans un de mes précédents mémoires (Annales des mines, 4[e] série, t. V, p. 32), donne lieu à un volume plus considérable de produits gazeux, et partant à une température bien plus élevée dans les régions supérieures du fourneau. C'est probablement à cette circonstance que tient le succès de l'emploi des scories de forges en proportion considérable dans le lit de fusion de ce haut-fourneau au coke. On sait en effet qu'il suffit d'introduire une faible quantité de ces scories dans la charge des hauts-fourneaux au charbon de bois pour en altérer très-notablement la marche, blanchir les fontes et corroder rapidement les parois de l'ouvrage. Les scories fondent alors sans être complétement réduites, et arrivent rapidement devant la tuyère du fourneau.

Résumé.

Les recherches qu'on vient de lire me paraissent confirmer de la manière la plus nette les conclusions de mes précédents mémoires sur la composition des gaz des hauts-fourneaux et sur les réactions chimiques qui se passent dans ces

appareils. Ces six séries d'expériences, faites sur six hauts-fourneaux différents, dont les uns marchent au charbon de bois, les autres au coke, qui roulent les uns à l'air chaud, les autres à l'air froid, conduisent toutes à des conclusions parfaitement comparables entre elles : les différences constatées entre les diverses séries d'analyses sont la conséquence rationnelle des différences que présente le roulement de ces fourneaux.

Les analyses faites par la méthode eudiométrique ont été presque complétement d'accord avec celles faites antérieurement par l'oxyde de cuivre. Quelques millièmes d'hydrogène protocarboné ont été obtenus dans les analyses eudiométriques; mais il est bien établi que ce gaz existe seulement dans la partie supérieure du fourneau au charbon de bois, qu'il y est en proportion insignifiante, et de plus qu'il ne paraît exercer aucune action appréciable dans les phénomènes chimiques qui s'y produisent.

On peut donc, je crois, considérer comme constants et parfaitement établis les faits suivants qui résultent tant de ce travail que des précédents :

1° L'air atmosphérique, lancé dans la tuyère du haut-fourneau, produit successivement de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone à une faible distance de l'orifice d'entrée. La première de ces réactions donne lieu à une température extrêmement élevée; la seconde, au contraire, produit une absorption considérable de chaleur latente et un abaissement correspondant dans la température du courant gazeux. Les limites de *la zone de fusion* sont en rapport avec celles de l'espace dans lequel s'est effectuée cette transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

2° Le courant ascendant, formé d'oxyde de carbone, d'un peu d'hydrogène et d'azote, produit en s'élevant dans le fourneau deux effets distincts : il communique une partie de la chaleur sensible qu'il possède aux matériaux de la colonne descendante ; il se charge de tous les produits volatils qu'ils dégagent à diverses hauteurs dans le fourneau ; il réduit enfin l'oxyde de fer à l'état métallique. Tantôt cette transformation donne lieu à un accroissement dans la proportion d'oxyde de carbone ; tantôt, au contraire, elle s'opère par le changement de l'oxyde de carbone en acide carbonique sans changement de volume et sans consommation de combustible.

Toutes les fois que la réduction de l'oxyde de fer se fait avec production d'oxyde de carbone, il y a consommation de combustible et absorption de chaleur latente. Il importe donc au bon roulement du fourneau que le minerai arrive déjà complétement réduit dans la portion où la température est suffisamment élevée pour que l'acide carbonique s'y change en oxyde de carbone au contact du charbon. Cette condition se réalise à peu près, soit dans les hauts-fourneaux au charbon de bois, soit dans les hauts-fourneaux au coke quand l'oxyde de fer est à l'état libre dans le minerai. La réduction de l'oxyde de fer en combinaison avec la silice exige au contraire l'intervention d'une haute température ; elle ne s'opère que dans la zone où l'acide carbonique a complétement disparu.

3° La zone où l'oxyde de carbone existe seul est beaucoup plus étendue dans les hauts-fourneaux au coke que dans les fourneaux au charbon de bois. La zone de réduction par l'oxyde de carbone

est beaucoup plus rapprochée du gueulard dans les fourneaux au coke que dans les fourneaux au charbon de bois ; elle s'abaisse au contraire dans la cuve quand on substitue l'air chaud à l'air froid, le combustible restant le même. Toutes ces circonstances s'expliquent naturellement par les différences constatées dans les consommations des divers combustibles, ou du même combustible dans divers états de roulement.

4° Les matières volatiles combustibles que dégage le charbon de bois à la distillation se retrouvent dans les gaz du gueulard et ne paraissent exercer aucune action réductive sur le minerai contenu dans le haut-fourneau : circonstance qui s'explique par la masse considérable de l'oxyde de carbone par rapport à celle des autres produits gazeux.

EXPÉRIENCES

Sur la composition des gaz qui se dégagent des fours à coke.

Par M. EBELMEN.

La carbonisation de la houille s'opère, comme on sait, par deux méthodes principales : tantôt on carbonise en meules ou en tas, tantôt dans des fours particulières. La première méthode est usitée surtout dans les localités où la houille est à très-bas prix. Ses inconvénients sont d'exiger l'emploi de houille en assez gros morceaux, de ne donner qu'un coke léger, et d'occasionner des déchets assez considérables.

La carbonisation de la houille dans des fours spéciaux s'exécute avec plus de régularité et d'économie que la carbonisation en meules. On emploie cette méthode à l'usine de Seraing pour obtenir le coke nécessaire au service des hauts-fourneaux. J'ai eu occasion, en septembre 1848, de suivre cette carbonisation et j'en ai profité pour recueillir les gaz qui se dégagent de ces fours, dans l'espoir que leur analyse pourrait éclaircir ce qui se passe pendant cette opération. Il y avait lieu, en effet, de rechercher si la chaleur employée pour la carbonisation de la houille était produite par la combustion même des produits de la distillation, ou par la combustion d'une portion du coke laissé

pour résidu, ou bien si les deux effets se produisaient simultanément; si l'oxygène de l'air introduit dans le four se changeait en acide carbonique ou en oxyde de carbone. Toutes ces questions pouvaient être résolues par l'analyse des gaz recueillis dans les cheminées des fours.

Avant d'indiquer les résultats des analyses, j'inscrirai ici quelques renseignements relatifs à la construction et au roulement des fours à coke sur lesquels j'ai opéré.

Les fours employés à Seraing ont deux portes placées aux deux extrémités de la sole, dont la forme est celle d'un rectangle terminé par deux trapèzes (voir *Pl. I*, *fig.* 1). La voûte est cylindrique au-dessus du rectangle et conique au-dessus des trapèzes. Il y a trois cheminées, l'une au centre de la voûte cylindrique, et les deux autres au point de raccordement de la partie cylindrique avec les voûtes coniques. La détermination des dimensions de ces cheminées a de l'importance, puisqu'elles règlent l'admission de l'air dans le four et par conséquent la marche de la carbonisation. La cheminée centrale a une surface égale à celle des deux autres réunies. Du reste, on ne se sert jamais en même temps des trois cheminées : on ferme les deux cheminées latérales quand on emploie celle du centre, et réciproquement. La cheminée centrale H conduit les gaz qui s'échappent du four à coke sous une chaudière à vapeur qui alimente la machine motrice de la soufflerie des hauts-fourneaux. Huit fours à coke sont ainsi assemblés dans le même massif et produisent ensemble une quantité de vapeur suffisante pour une machine de 80 chevaux. Une lame d'air peut être introduite dans le carneau de la chau-

dière au-dessus de chacune des cheminées H pour brûler les gaz combustibles. Quand on n'utilise pas de cette manière la chaleur perdue, on ferme la cheminée H à l'aide d'une glissière en terre réfractaire, et l'on fait dégager les produits gazeux par les deux petites cheminées latérales. Je ne donnerai pas, du reste, ici de plus grands détails sur la construction de ces fours à coke : on les trouvera dans l'excellent ouvrage que vient de publier M. Valérius sur la fabrication de la fonte (p. 256 et suiv.).

Les houilles employées à Seraing pour la fabrication du coke appartiennent à la catégorie des houilles grasses et dures qui donnent un coke peu boursouflé, mais excellent pour le service des hauts-fourneaux. Elles ont donné en moyenne à l'analyse immédiate les nombres suivants :

Coke.	Carbone.	78,00
	Cendres.	2,00
Matières volatiles.		20,00
		100,00

Ces houilles peuvent être comparées à la houille de Rochebelle, près Alais, dont l'analyse a donné à M. Regnault :

Carbone	89,27
Hydrogène. . . .	4,85
Oxygène et azote.	4,47
Cendres.	1,41
	100,00

Le coke fourni par la houille de Rochebelle est dur et compacte; il convient parfaitement pour le haut-fourneau. La houille de Rochebelle, essayée par calcination au creuset de platine, a laissé 78 p. 100 de son poids de coke, nombre très-

voisin de celui qu'a donné la houille de Seraing. On peut donc admettre que l'analyse élémentaire rapportée ci-dessus représente bien la composition moyenne des houilles employées à Seraing pour la fabrication du coke.

Voici les principales circonstances de la carbonisation de la houille dans les fours à chaudière de Seraing :

On charge à la fois dans chaque four 3 mètres cubes de houille menue qu'on répartit sur la sole, aussi exactement que possible, en une couche de $0^m,33$ de hauteur environ. Le chargement dure trois quarts d'heure. Les trois cheminées sont ouvertes toutes à la fois pour le soulagemeut de l'ouvrier. Le chargement étant terminé, on bouche, soit la cheminée centrale, soit les deux cheminées latérales; on ferme les portes sans les luter, et la carbonisation commence. On peut la partager en trois périodes : dans la première, qui dure environ trois quarts d'heure, on a seulement un dégagement de vapeur d'eau ; la seconde période est d'environ une heure et demie. Les gaz s'allument et brûlent en partie avec une flamme rouge très-fumeuse; les cheminées sont complétement ouvertes; les portes sont fermées, mais non lutées. Dans la troisième période, les gaz brûlent très-bien, avec une flamme blanche et sans fumée. La houille paraît incandescente sur une épaisseur de 8 à 10 centimètres à partir de la surface; on lute les portes, en ménageant seulement une petite fente à la partie supérieure de la garniture d'argile. La cheminée reste complétement ouverte. Quand la flamme commence à diminuer, on bouche peu à peu, puis complétement, les fentes ménagées dans la garniture des portes, et l'on finit

par fermer la cheminée quand il ne se dégage plus de flamme. La durée totale d'une carbonisation, y compris le chargement et le déchargement, est de vingt-deux à vingt-quatre heures.

Il est très-important de régler convenablement la quantité d'air qui pénètre dans le four, si l'on veut obtenir un rendement aussi grand que possible. On a reconnu que les houilles très-grasses exigent plus d'air que les houilles du genre de celles de Seraing, et qu'il fallait augmenter les ouvertures d'admission aux portes; autrement la carbonisation marcherait avec une très-grande lenteur. Quand il arrive trop d'air dans les fours, la carbonisation se fait trop vite; elle donne beaucoup de déchet, et le coke obtenu est peu compacte. Une carbonisation très-lente, qui durerait quarante-huit heures au lieu de vingt-quatre, donne un coke très-dur et très-compacte (Valérius).

Le rendement moyen des houilles que l'on carbonise au chantier de Seraing s'élève à 160,5 p. 100 en volume et à 67 p. 100 en poids.

J'ai aspiré les gaz qui se dégagent des cheminées de ces fours à coke à trois époques différentes de la carbonisation. Un tube en verre, recourbé à angle droit, plongeait de $0^m,25$ environ dans la cheminée et communiquait par un long tube en caoutchouc avec le tube à recueillir les gaz, formé d'une partie renflée, et de deux tubes beaucoup plus étroits soudés aux deux extrémités, et qui avaient été convenablement lutés. Deux robinets étaient placés aux deux extrémités du tube. Après avoir fait passer deux ou trois litres de gaz dans l'appareil, on fermait les robinets, puis ensuite les tubes étaient scellés à la lampe, pour être ouverts seulement au moment de l'analyse.

Les analyses ont été faites dans l'eudiomètre de MM. Regnault et Reiset. L'acide carbonique a été absorbé par la potasse. On a fait détoner ensuite avec de l'oxygène, après avoir ajouté un peu de mélange détonant. On a noté la contraction survenue, puis l'acide carbonique a été absorbé par la potasse. Le résidu a été mêlé avec un excès d'hydrogène. On a fait détoner de nouveau, afin de pouvoir doser l'oxygène absorbé par la première combustion.

Des expériences faites sur chaque gaz, au moyen du phosphore, ont montré qu'ils ne renfermaient pas d'oxygène libre.

Voici les résultats obtenus :

	I. après 2 heures.	II. après 7 h. 1/2.	III. après 14 h.	moyenne.
Acide carbonique.	10,13	9,60	13,06	10,93
Hydrogène protocarboné.	1,44	1,66	0,40	1,17
Hydrogène.	6,28	3,67	1,10	3,68
Oxyde de carbone. . . .	4,17	3,91	2,19	3,42
Azote.	77,98	81,16	83,25	80,80
	100,00	100,00	100,00	100,00
Oxygène pour 100 volumes d'azote.	15,7	14,2	17,0	15,6

(I) Gaz recueilli deux heures après la mise en feu d'une charge dans une des cheminées latérales d'un des fours ; fumée noire et épaisse ; flamme rougeâtre apparaissant par intervalles.

(II) Gaz aspiré sept heures et demie après la charge ; flamme brillante, encore un peu rougeâtre ; il n'y a plus de fumée.

(III) Gaz aspiré après quatorze heures de cuisson ; flamme claire, peu volumineuse ; la carbonisation paraît s'approcher de sa fin.

Examinons mainteuant si les résultats des analyses qui précèdent peuvent nous fournir quelques renseignements sur la manière dont s'effectue la carbonisation.

Nous avons admis que la houille renfermait :

Hydrogène. . . .	4,85
Carbone.	89,27
Oxygène et azote.	4,47
Cendres.	1,41
	100,00

La carbonisation dans les fours ne donne que 67 p. 100 de coke ; les matières entraînées, soit par distillation, soit par combustion, renferment donc les éléments suivants :

Hydrogène. . . .	4,85
Carbone.	23,68
Oxygène et azote.	4,47
	33,00

Le rapport du carbone a l'hydrogène est de 23,68 : 4,85, ou de 1 : 0,205 en poids.

Si nous considérons, au contraire, la composition moyenne des gaz, nous trouverons que le rapport du carbone à l'hydrogène est de 7,76 : 6,02 en volumes, et en poids de 1 : 0,064. On peut donc tirer de ce rapprochement cette conclusion, que *plus des deux tiers de l'hydrogène contenu dans la houille sont brûlés pendant la carbonisation.*

Nous n'avons pas pu tenir compte, à la vérité, dans l'appréciation qui prcède, de l'hydrogène et du carbone que renferment les produits condensables de la distillation, tels que les goudrons qui ne sont pas brûlés pendant la carbonisation ; mais la proportion de ces produits condensables est peu

considérable, en raison de la haute température que possède, pendant presque toute la durée de la carbonisation, l'enceinte dans laquelle elle s'opère. C'est seulement au commencement de l'opération qu'on les voit se dégager en quantité appréciable. La faible proportion de l'hydrogène carboné, par rapport à l'hydrogène et à l'oxyde de carbone que renferment les gaz permanents, doit être également attribuée à la haute température de l'enceinte.

La combustion d'une grande partie de l'hydrogène renfermé dans la houille est également prouvée par la comparaison de la quantité d'oxygène renfermé dans les gaz avec celle qui correspond à l'azote qu'ils renferment; la quantité d'oxygène combiné dans les gaz est en moyenne de 15,63 p. 100 d'azote, tandis qu'elle devrait être de 26,26, si tout l'oxygène atmosphérique se retrouvait dans les gaz permanents de la combustion. La différence 10,63 représente l'oxygène qui a servi à brûler l'hydrogène. On voit que les 2/5 de l'oxygène de l'air introduit dans le four à coke ont été transformés en eau (1).

On peut également déduire de l'analyse des gaz le volume de l'air qui sera nécessaire pour la carbonisation, en comparant l'azote au carbone. Le rapport entre les volumes d'azote et de vapeur de carbone est en moyenne de 80,8 à 7,76 et en poids de 80,8 : 6,65, ou de 12,1 à 1. L'air atmosphérique renfermant 77 p. 100 de son poids d'azote, on trouve pour le rapport du poids de

(1) On n'a pas tenu compte, dans ces appréciations, de l'oxygène qui est contenu dans la houille. La proportion de cet oxygène est très-peu considérable, et la correction à faire ne changerait rien aux conclusions énoncées.

l'air introduit au poids du carbone contenu dans les gaz, celui de 15,8 : 1. Or la quantité de carbone entraînée par les gaz représente, comme nous l'avons vu plus haut, les 23,68 p. 100 du poids de la houille, le poids de l'air introduit pour la carbonisation est donc à celui de la houille comme 3,75 : 1. Il a donc fallu employer $2^{mc},88$ d'air pour chaque kilogramme de houille à carboniser, ou $7.922^{mc},00$ d'air pour $3^{mc},00$ ou 2.751 kil. de houille. Si la carbonisation a duré vingt heures, il est facile d'en conclure que le volume de l'air introduit dans le four à coke a été en moyenne de $0^{mc},110$ par seconde ou de $6^{mc},60$ par minute. C'est à peu près les deux tiers de la quantité d'air que reçoit un haut-fourneau au charbon de bois produisant 2.000 kil. de fonte par vingt-quatre heures.

Nous pouvons rechercher maintenant, d'après les données qui précèdent, quelle est la valeur calorifique des produits gazeux de la carbonisation.

Les gaz renferment en moyenne 80,8 p. 100 d'azote qui étaient mêlés, dans l'air atmosphérique, à 21,2 d'oxygène. Les gaz du four à coke renferment 8,27 p. 100 de gaz qui, en brûlant, absorberont 5,89 d'oxygène. Le rapport de l'oxygène déjà employé pour la carbonisation à celui qui est nécessaire pour achever la combustion des gaz, est de 21,2 : 5,89, ou d'environ 7 : 2.

La chaleur perdue des fours à coke se compose de deux parties distinctes : 1° de la chaleur sensible que possèdent les gaz sortant du four; 2° de la chaleur qu'ils peuvent développer en se combinant avec une nouvelle proportion d'oxygène.

Il est facile d'évaluer cette dernière quantité de chaleur. L'hydrogène et l'oxyde de carbone dé-

gagent, d'après Dulong, 3.130 unités de chaleur par litre en se combinant avec un demi-litre d'oxygène. L'hydrogène protocarboné dégage en brûlant 9.587 unités. Les gaz du four à coke dégageront donc en moyenne par litre 0,334 unités de chaleur en absorbant $0^l,0589$ d'oxygène. Le volume total des gaz est facile à déterminer. Nous avons trouvé que l'air introduit pendant toute la durée de la carbonisation était de 7.922 mètres cubes. Or, chaque litre de gaz correspond à $1^l,02$ d'air atmosphérique, comme nous venons de le voir tout à l'heure ; le volume total des gaz est donc de $\frac{1922}{102}$ ou 7.767 mètres cubes qui dégageront en brûlant 2.594.178 calories.

Cette quantité de chaleur de combustion n'est évidemment qu'une fraction de la chaleur perdue totale que nous allons essayer de déterminer par d'autres considérations.

La houille perd à la carbonisation 33 p. 100 de son poids composés, comme nous l'avons vu, de

Hydrogène	5,85
Carbone.	23.60
Oxygène	4,47
	33,00

Admettons que l'azote se trouve dans la houille dans la proportion de 1,5 p. 100, l'oxygène nécessaire pour brûler complétement l'hydrogène et le carbone est de 101,95, et en déduisant 2,97 pour l'oxygène contenu dans la houille, de 98,98.

L'équivalent en carbone des 33 p. 100 de matières combustibles est de 37,12. Si nous admettons 8,080 pour le pouvoir calorifique du carbone pur, nous trouverons, d'après la loi de Welter, 3.000 unités pour la quantité de chaleur corres-

pondant à 1 kil. de houille, et pour les 2.750 kil. de houille un produit de 8.250.000 calories. Ce nombre représente la totalité de la chaleur qui peut être dégagée par les produits gazeux de la carbonisation; mais il faut en déduire une partie employée à porter le coke à une température suffisamment élevée. La houille rend 67 p. 100 de coke, soit 1.842 kil. par 2.750 kil. de houille employée. Admettons qu'il faille chauffer le coke à 1.000°, sa chaleur spécifique, d'après M. Regnault, est de 0,20; la quantité de chaleur correspondante sera de 368.400 calories, ou 4 $\frac{1}{2}$ p. 100 environ de la quantité totale; il reste donc 7.881.600 calories applicables à d'autre usages.

La chaleur de combustion des gaz a été trouvée tout à l'heure égale à 2.594.178 calories, ou seulement *le tiers de la quantité de chaleur perdue totale*. On voit que pour utiliser les chaleurs perdues des fours à coke d'une manière convenable, il faut placer les appareils le plus près possible des fours à coke, attendu que les deux tiers de la chaleur utilisable sont de la chaleur sensible, et que pour pouvoir brûler convenablement les gaz de ces fours il est indispensable que leur température soit encore suffisamment élevée.

Des résultats pratiques complétement satisfaisants ont été obtenus à Seraing dans l'application des chaleurs perdues des fours à coke au chauffage des chaudières à vapeur. Un massif de huit fours à coke alimente une chaudière de 80 chevaux. Les dispositions qu'on a prises dans la fixation des heures de chargement et de déchargement des fers ont amené une régularité complète dans la quantité moyenne de chaleur appliquée à la formation de la vapeur.

Les 7.881.600 calories qui représentent la chaleur dégagée en vingt-quatre heures par les produits de la carbonisation de 3^{mc},00 de houille équivalent à 985 kil. environ de bonne houille, ou à une consommation de 41 kilog. par heure, ce qui équivaut à 4^{k},1 par force de cheval et par heure (1).

Des essais directs faits à Seraing sur un four à coke ont prouvé que la chaleur perdue permettait de vaporiser en moyenne 146 kil. d'eau par heure à la tension moyenne de 2 atm. 76.

Les gaz qui s'échappent de l'enceinte ou s'opère la carbonisation renferment un excès de principes combustibles; de plus, ils sont très-fortement échauffés. Il est donc facile de les enflammer et de les brûler complétement par leur mélange avec de l'air en quantité convenable, mais sans excès à leur sortie de cette enceinte. Dans les foyers ordinaires des chaudières à vapeur, la quantité d'air introduite à travers la grille est au contraire le

(1) Nous avons calculé la chaleur perdue totale d'après la loi de Welter, bien que les chaleurs de combustion de l'hydrogène, de l'hydrogène carboné, de l'oxyde de carbone soient en réalité plus grandes que celles données par cette loi, en partant de celle du carbone comme base. Mais il est à remarquer que la production, par distillation de la houille, de tous ces composés gazeux, a exigé l'emploi d'une certaine quantité de chaleur passée à l'état latent et qui a été restituée seulement pendant la combustion. Il y a donc une compensation à établir et tout porte à croire que la loi de Welter est suffisamment approchée pour la pratique toutes les fois que l'on aura à comparer des combustibles dans le même état physique, comme le charbon, la houille, les lignites. Elle devient au contraire tout à fait inexacte quand on compare des combustibles qui sont les uns à l'état solide, les autres à l'état gazeux.

double et quelquefois le triple de celle qui est nécessaire pour brûler le combustible, puisque les gaz renferment souvent deux fois plus d'oxygène que d'acide carbonique, ainsi que M. Combes l'a constaté par de nombreuses expériences (1). Ce grand excès d'air doit évidemment occasionner une perte considérable sur l'effet utile du combustible, puisqu'il s'échappe par la cheminée à une température encore assez élevée. Il y aurait peut-être un avantage économique à brûler la houille dans une enceinte portée à une haute température, qui transmettrait les produits de la combustion par une série d'ouvertures dans les carneaux de la chaudière à vapeur, au lieu des foyers ordinaires où une grande partie de la chaleur développée se disperse par le rayonnement. L'enceinte et la voûte une fois échauffées, la totalité de la chaleur dégagée par la combustion serait entraînée par les gaz, qui pourraient ne renfermer que peu ou point d'oxygène libre. L'effet utile considérable qu'on retire des flammes perdues des fours à coke donne lieu de penser qu'on obtiendrait un bon résultat de cette innovation, qui permettrait en outre de diminuer et même de supprimer la production de la fumée.

Je terminerai ce qui concerne la fabrication du coke dans les fours en faisant remarquer les différences que présente le procédé de la carbonisation de la houille avec ceux de la carbonisation du bois en meules. Dans l'un et dans l'autre cas, la carbonisation s'opère à l'aide de l'introduction d'une quantité d'air limitée au milieu du combus-

---

(1) Sur les moyens de brûler la fumée. (Annales des mines, t. XI, 4e série.)

tible à carboniser. Dans les fours à coke, les produits de la distillation se brûlent en très-grande partie par l'oxygène atmosphérique et développent ainsi la chaleur nécessaire pour effectuer la carbonisation. Quand on carbonise, au contraire, le bois dans des meules, c'est le charbon déjà formé qui brûle ; les produits de la distillation du bois se dégagent, sinon en totalité, du moins en très-grande partie, sans altération (1). On peut facilement assigner la cause de ces différences. Le coke est en effet moins combustible que les produits hydrocarbonés de la distillation de la houille. Les produits de la distillation du bois, très-chargés d'eau et d'acide carbonique, sont au contraire moins faciles à brûler que le charbon. Le charbon brûle dans l'air quand la température s'élève à 230 ou 240°. Les produits de la distillation exigent une température presque rouge pour se combiner avec l'oxygène. Ces différences de combustibilité me paraissent de nature à expliquer les faits observés.

Résumé.

On peut déduire des faits consignés dans ce mémoire les conclusions suivantes :

1° Les gaz qui se dégagent des fours à coke renferment une proportion de principes combustibles qui va constamment en diminuant du commencement à la fin de la carbonisation.

2° Plus des deux tiers de l'hydrogène contenu dans la houille sont brûlés pendant la carbonisa-

---

(1) Recherches sur la carbonisation du bois. (Annales des mines, 4ᵉ série, t. III.)

tion. Il se brûle en même temps une quantité de carbone égale à celle que renferment les produits volatils de la distillation de la houille en vases clos. Les deux cinquièmes environ de l'oxygène atmosphérique introduit dans le four à coke sont transformés en eau; le reste entre en combinaison avec le carbone.

3° Les produits gazeux des fours à coke renferment une grande quantité de chaleur utilisable, dont les deux tiers en moyenne sont à l'état sensible. Il est donc nécessaire d'utiliser cette chaleur aussi près que possible des fours. Les gaz des fours à coke, ne renfermant que peu de principes combustibles, ne sont inflammables par un excès d'air que quand ils ont été préalablement portés à une haute température. On ne pourrait donc pas les conduire au loin pour les brûler, ainsi que cela se pratique pour les gaz qui s'échappent d'autres foyers métallurgiques.

4° La chaleur nécessaire à la carbonisation de la houille dans les fours est fournie simultanément par la combustion d'une partie des produits de la distillation, et par celle d'une proportion très-notable du charbon qu'elle laisse comme résidu. Tous les perfectionnements à apporter ultérieurement dans la fabrication du coke doivent tendre à diminuer autant que possible cette consommation de charbon. Il faut arriver à produire dans les fours à peu près autant de coke que la houille en donne en vases clos. La grande quantité de chaleur que renferment encore les produits gazeux qui se dégagent des fours donne lieu de penser qu'on arriverait, sans trop de difficulté, à ce résultat.

MÉMOIRE

Sur la composition minéralogique et chimique des roches des Vosges.

Par M. DELESSE, ingénieur des mines.

Diorite de Fondromé.

Lors de sa réunion extraordinaire dans les Vosges, en 1847, la Société géologique de France a exploré le gisement de la diorite de Fondromé (1).

Cette diorite, qui se trouve à l'extrémité de l'étang de Fondromé et sur sa gauche, est, comme cela a lieu généralement pour les diorites, d'une composition minéralogique très-inégale (2). Tantôt elle a une structure granitoïde, et son feldspath ainsi que sa hornblende ne diffèrent pas des minéraux déjà analysés qui constituent la diorite de Faymont (3); tantôt au contraire elle a une structure cristalline grenue, et alors elle est formée de hornblende et de feldspath en lamelles microscopiques; les lamelles de hornblende qui se sont développées suivant des plans parallèles la rendent d'ailleurs schistoïde. Dans cette dernière variété de diorite, j'ai observé des druses tapissées de cristaux, associés avec un peu d'abeste et ayant tous les caractères de l'albite.

(1) Bulletin de la Société géol., 2e série, t. IV p. 1422.
(2) Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 358.
(3) Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 357.

La diorite de Fondromé est entourée par un granite généralement grenu, et à l'extrémité de l'étang il n'est pas rare de trouver des échantillons réunissant le granite et la diorite schistoïde sur lesquels les deux roches sont séparées l'une de l'autre d'une manière très-nette.

Comme la diorite schistoïde de Fondromé est bien caractérisée et que des diorites absolument semblables s'observent dans un très-grand nombre de localités, j'ai pensé que son analyse présenterait de l'intérêt.

Elle a une densité de..... 2,945; cette densité qui est assez élevée indique que la hornblende y est très-abondante; en effet au premier abord cette diorite de Fondromé semble presque entièrement formée de hornblende; mais quand on l'examine dans des cassures perpendiculaires à la schistosité, on observe des lamelles feldspathiques qui sont surtout très-visibles lorsque la roche a été exposée à l'air et lorsque son feldspath a pu blanchir par la kaolinisation : on voit alors que cette diorite a une structure microscopique, mais entièrement cristalline. Elle ne contient d'ailleurs pas de quartz.

L'analyse que j'ai faite, secondé par M. Paufert, a donné :

Silice.	48,50
Alumine.	17,10
Protoxyde de fer.	16,26
Protoxyde de manganèse.	traces.
Chaux.	7,99
Magnésie (différence). . .	6,10
Soude.	2,20
Potasse.	1,05
Perte au feu.	0,80
Somme. . . . =	100,00

On peut remarquer que la teneur en silice de cette diorite est égale à celle de la diorite orbiculaire de Corse, qui est du reste beaucoup moins riche en hornblende (1).

Diorite de Rothau.

J'ai examiné une roche de Rothau qui se rapporte à une variété de diorite.

L'échantillon que j'ai essayé a été pris au-dessus des premières maisons qu'on rencontre à Rothau en venant de Fouday ; il présentait un type assez répandu dans toute cette partie des Vosges. Il avait une couleur verte assez claire et une structure schistoïde; il était extraordinairement tenace. Il ne faisait effervescence ni avec l'acide acétique, ni avec l'acide chlorhydrique. *Sa perte au feu* était de... 0,67. J'ai trouvé qu'il contenait : *silice*... 50,83 — *chaux*... 6,57.

Il renfermait du reste des alcalis.

Cette roche de Rothau a à peu près la même teneur en silice que la diorite schistoïde de Fondromé, mais elle en diffère cependant beaucoup; elle se décolore en effet par une ébullition prolongée avec l'acide chlorhydrique, on voit alors qu'elle est presque entièrement formée par une pâte pétrosiliceuse dans laquelle il y a quelques rares aiguilles de hornblende qui ont résisté à l'action de l'acide et qui se détachent très-bien de la pâte à laquelle elles donnent une structure porphyrique : la couleur verte de la roche doit donc, pour la plus grande partie, être attribuée à un silicate vert qui a cristallisé en lamelles ou en fibres mi-

(1) Annales de chim. et de phys., 3e série, t. XXIV.

croscopiques jusque dans ses fissures et qu'on peut garder comme une variété dure de chlorite.

On rencontre d'ailleurs dans la diorite des environs de Rothau des druses qui sont tapissées de cristaux blancs d'albite ; ces cristaux sont associés avec des lamelles éclatantes de chlorite d'un beau vert, et quelquefois avec de l'épidote vert jaunâtre et avec de la chaux carbonatée : de la circonférence au centre ces minéraux se succèdent dans l'ordre dans lequel ils viennent d'être énumérés.

Souvent on observe dans les Pyrénées, et notamment au pic d'Ereslidz, des roches qui ont de l'analogie avec celle qui vient d'être décrite ; ces roches, qui ont très-peu de hornblende et dans lesquelles la couleur verte est presque entièrement due à une espèce de chlorite, constituent une variété bien distincte dans la famille des diorites.

Diorites de quelques autres points des Vosges.

MM. Dufrénoy et E. de Beaumont (1), d'Œnyhausen, de Dechen, de Laroche (2), Rozet et Hogard ont décrit les diorites des Vosges dans différentes publications ; je mentionnerai donc seulement ici celles dont j'ai pu étudier moi-même les gisements.

A la Greneille, commune de Rupt, M. Mareine a observé une diorite verte dans laquelle la pâte est très-abondante : elle ressemble à la diorite du Pont-Jean, mais sa structure cristalline est moins développée. Elle forme deux filons séparés d'une manière très-nette du granite encaissant qui est très-pauvre en mica : l'un de ces filons, qui a

(1) Explication, t. I, p. 340.
(2) Umrisse der Rheinländer, p. 168, etc.

40 mètres de puissance, est dirigé N. 57° E.; l'autre, qui est moins puissant, est dirigé N. 10° O.

A Ranfaing des filons de diorite et de pegmatite avec tourmalines traversent un granite grenu qui contient des grenats et de la pinite.

La diorite s'observe aussi au pourtour de la formation syénitique, soit sur les flancs, soit à la base des ballons d'Alsace et de Comté, et notamment à Château-Lambert, au Pont-Jean, près d'Oberbrück dans la vallée de Massevaux, des deux côtés du ballon d'Alsace sur la route qui le traverse, au pont du Curieux-Pierre et au Saut-de-la-Truite; à Mourière, aux granges du moulin de Vannes près Melisey, au Revers-aux-Chiens près de Servance (1), à Saint-Bresson, au Plain de Coravillers.

Mais c'est surtout dans le ban de la Roche, et notamment aux environs de Fouday et de Saint-Blaise que les diorites des Vosges sont le plus développées et le mieux caractérisées.

Elles contiennent souvent du quartz, et elles ont une structure granitoïde très-nette qui est d'un effet très-agréable à l'œil, quand les aiguilles allongées de hornblende s'entrecroisent dans tous les sens et se détachent en noir sur le fond blanc de la roche (*Pl. II*, *fig.* 2).

J'ai fait l'essai de lamelles feldspathiques blanc-verdâtres et striées qui ont été extraites de la belle diorite granitoïde qui est à 1 kilomètre de Fouday sur la route de Saint-Blaise : j'ai trouvé qu'elles perdaient au feu 2,35 et qu'elles renfermaient 59,20 de *silice*; ces diorites ont donc pour base un feldspath identique à celui de la

(1) Thirria. Statistique de la HauteSaône, p. 375, 383.

diorite granitoïde de Faymont, et les analyses de M. Lory montrent qu'il en est aussi de même pour plusieurs diorites des Alpes (1).

Le gisement de ces diorites s'observe très-bien aux environs de Fouday, et notamment sur le chemin de Fouday à Wildersbach; elles forment des filons extrêmement irréguliers qui pénètrent le granite encaissant de la manière la plus intime et qui s'y divisent en une multitude de veinules: certaines veinules qui contiennent de l'épidote vert-jaunâtre coupent quelquefois toutes les autres et sont par conséquent venues en dernier lieu. Les limites de ces filons sont le plus souvent confuses, c'est peut-être pour cette raison qu'on observe accidentellement des cristaux d'orthose dans la diorite. Des cristaux de hornblende paraissent d'ailleurs s'être développés dans des fragments du granite encaissant qui sont entourés par la diorite.

Les diorites des Vosges qui viennent d'être décrites ont des caractères minéralogiques très-différents, et elles ne se sont formées ni dans les mêmes circonstances ni à la même époque.

On peut remarquer généralement que les diorites dont la structure est *granitoïde*, telles que celles de Faymont et de Fouday, contiennent du quartz et sont pauvres en hornblende qui est vert-noirâtre et très-bien caractérisée; elles ont une composition minéralogique extrêmement inégale, en sorte que plusieurs variétés se trouvent souvent réunies sur le même échantillon; de plus elles se fondent fréquemment dans la roche encaissante.

Les diorites, au contraire, dont la structure est

(1) Bulletin de la Société géol., 2e série, t. VII, p. 540.

porphyroïde ou dont tous les éléments ne sont pas cristallins, telles que celles du Pont-Jean, de la Greneille, du Plain de Coravillers, ne contiennent ordinairement pas de quartz et sont riches en hornblende qui est verte, souvent fibreuse et qui n'est pas très-bien cristallisée; elles ont une composition minéralogique assez constante; en outre elles sont séparées de la roche encaissante d'une manière très-nette.

Parmi les diorites des Vosges que je viens de décrire, il en est plusieurs qui contiennent accidentellement un peu de mica; je puis citer comme exemple la diorite de Ranfaing et certaines variétés de Fouday; dans quelques roches que je vais décrire maintenant qui peuvent encore être considérées comme des diorites, le mica est devenu l'un des éléments constituants, je les désignerai donc sous le nom de *diorites micacées*.

Diorite micacée de Clefcy (1).

A Clefcy près de Fraize (Vosges), on exploite, pour de la marbrerie d'Epinal, une roche très-remarquable qu'on peut regarder comme une variété de *diorite micacée* présentant certaines particularités qui vont être signalées (*Pl. II*, *fig.* 3).

Elle est enclavée dans le granite auquel elle passe sur plusieurs points d'une manière insensible : sa structure est d'ailleurs granitoïde et elle n'a pas de pâte feldspathique; tous les minéraux qui la composent sont au contraire nettement séparés l'un de l'autre et bien caractérisés.

(1) C'est la diorite sélagite de Haüy, et d'A. Brongniart, la micacite de M. Hogard et des géologues des Vosges.

Elle est traversée par des filons ayant généralement quelques centimètres de puissance qui sont essentiellement formés de quartz, de feldspaths et d'un peu de mica.

Je passe successivement en revue les divers minéraux des filons et de la roche.

Quartz.

Le *quartz* qui est blanc grisâtre ne présente rien de particulier, si ce n'est qu'il est presque entièrement concentré dans les filons desquels il vient d'être mention ; il y est du reste assez abondant, tandis qu'il n'y en a que peu ou point dans la roche elle-même, et encore se trouve-t-il plutôt dans celles de ses variétés qui commencent à passer au granite.

Oligoclase.

L'*oligoclase* est surtout très-net dans les filons ; il est blanchâtre ou blanc très-légèrement verdâtre, mais il devient rouge de sang très-vif, puis brun rouge par l'altération atmosphérique.

J'ai analysé des cristaux ayant plusieurs centimètres de longueur qui étaient striés et mâclés comme le sont généralement les feldspaths du sixième système; ils commençaient à devenir rouges. Ils ont été extraits de l'un des filons et séparés aussi bien que possible du quartz qui les acompagnait.

J'ai trouvé pour leur composition :

Silice.	66,11
Alumine.	19,33
Oxyde de fer.	0,50
Magnésie.	0,47
Chaux.	1,82
Soude.	8,17
Potasse.	2,89
Perte au feu.	0,80
Somme. . . =	100,09

Ce feldspath a une composition intermédiaire

entre celle du periklin de Zoeblitz analysé par C. Gmelin et entre celle de l'oligoclase de Visembach dont l'analyse sera donnée plus loin; sa teneur en silice est cependant trop faible pour qu'il puisse être rapporté à l'albite duquel il diffère d'ailleurs par une teneur en chaux plus élevée; je le regarderai donc comme un oligoclase dans lequel la silice remplacerait une certaine quantité d'alumine.

Bien que la roche de Clefcy paraisse au premier abord avoir une couleur noire uniforme, on reconnaît facilement, surtout après calcination, qu'elle renferme beaucoup de lamelles feldspathiques; ces lamelles sont petites et mal caractérisées; quelques-unes sont striées et comme elles ont un éclat un peu gras, il est très-vraisemblable qu'elles doivent toutes être rapportées à l'oligoclase analysé qui forme des filons à travers la roche.

Le feldspath *orthose* s'observe cependant aussi dans les filons et surtout dans les variétés de la roche qui commencent à passer au granite. Orthose.

La *hornblende* est en cristaux allongés applatis et transparents ayant une très-belle couleur vert clair. A la première inspection elle est peu distincte; mais après calcination, on reconnaît qu'elle est plus abondante que le mica qui est cependant beaucoup plus apparent. Elle est répandue dans la roche d'une manière à peu près uniforme, et je n'en ai pas observé dans les filons; son mode de gisement est donc tout différent de celui qui est habituel à la hornblende dans la diorite. Hornblende.

Le *mica* est en lamelles éclatantes d'un noir vif avec reflet brun, surtout lorsqu'il est décomposé; c'est un mica à deux axes de réfraction très-rapprochés, qui est à base de magnésie et de fer, comme Mica.

le mica qu'il y a généralement dans les granites.

De même que la hornblende, il est disséminé dans la roche dans laquelle ses lamelles s'entrecroisent dans tous les sens; de plus, ses lamelles se retrouvent aussi dans les filons dans lesquels elles sont très-grandes, mais assez rares.

Carbonate. Après ébullition dans l'eau, la roche ne fait avec l'acide acétique qu'une effervescence nulle ou insignifiante, mais avec l'acide chlorhydrique on a cependant une effervescence très-légère due à la présence d'une très-petite quantité de *carbonate* riche en oxyde de fer.

Pyrite de fer. Il y a d'ailleurs, comme dans toutes les roches, quelques grains de *pyrite de fer*.

Roche. La couleur générale de la *diorite micacée* de Clefcy est noire; elle est due au mica qui s'y trouve en forte proportion et qui est le minéral le plus apparent (*Pl. II*, *fig*. 3).

Dans le but de m'assurer si la roche ne renfermait pas d'autres minéraux que ceux que l'observation directe permet d'y reconnaître, j'ai fait l'analyse complète d'un échantillon qui peut être regardé comme le type de la diorite micacée de Clefcy.

Il a une couleur vert noirâtre et au premier abord on y distingue à peine quelques lamelles de feldspath, mais après calcination le feldspath apparaît d'une manière nette, et il est facile de reconnaître qu'il est encore assez abondant; cet échantillon contient d'ailleurs beaucoup de hornblende vert clair, et le mica qui est brun noirâtre vient seulement en troisième ligne; l'échantillon est cependant l'un des plus riches en mica.

Sa densité est de .....2,902.

Après un séjour de dix-huit heures dans un four

de verrerie, il donne un verre réfractaire dont la densité est de.....2,622; la diminution de densité est donc de .....9,65 p. 100 de la densité primitive.

A la surface de ce verre on observe de petits squelettes blancs qui surnagent en vertu de leur faible densité; ces squelettes proviennent ici des lamelles feldspathiques qui dans les roches réfractaires résistent de même que le quartz à la dissolution.

L'analyse m'a donné pour la composition de la diorite micacée de Clefcy que je viens de décrire:

Silice.	48,90
Alumine.	18,50
Oxyde chromique.	traces.
Protoxyde de fer.	11,92
Protoxyde de manganèse.	0,50
Magnésie (par différence).	9,70
Chaux.	5,47
Soude.	2,35
Potasse.	1,26
Perte au feu.	1,40
Somme. . . . =	100,00

Dans une recherche spéciale j'ai dosé le fluor d'après le procédé de Berzélius et la proportion de 0,20 que j'ai obtenue paraît correspondre à celle qui résulte de la présence du mica et de la hornblende : par conséquent cet essai fait voir qu'il n'y a pas un florure particulier mélangé dans la roche d'une manière indiscernable, ce qu'il était bon de constater, car l'abondance du mica pouvait faire croire à un excès de fluor.

On voit qu'il y a de l'oxyde de chrôme; cet oxyde est sans doute combiné avec le mica et peut-être aussi avec la hornblende qui a une belle couleur verte.

La teneur en silice de la diorite micacée de Clefcy qui est de 48,90 est très-faible et égale à celle que j'ai trouvée pour les hornblendes de plusieurs roches granitoïdes; cette teneur en silice indique qu'il ne doit pas y avoir de quartz dans la roche, et j'ai fait remarquer en effet qu'on n'en observe pas dans les échantillons bien caractérisés; elle montre aussi que la hornblende est le minéral dominant, et c'est ce qui résulte d'ailleurs de la grande teneur en chaux de la roche; car bien qu'il puisse y avoir quelques centièmes de chaux dans le feldspath, il n'y en a presque pas dans le mica et elle provient surtout de la hornblende.

Il importe de remarquer qu'il y a dans la roche plus de soude que de potasse; comme le mica renferme au contraire plus de potasse que de soude et comme les alcalis qu'il peut y avoir dans la hornblende sont en quantité négligeable devant celle qu'il y a dans le feldspath et dans le mica, il en résulte que la soude est l'alcali dominant des lamelles feldspathiques qui forment la base de la roche; l'analyse montre donc que ces lamelles sur lesquelles on n'observe généralement pas de stries parallèles, appartiennent à un feldspath du sixième système qui doit être de l'oligoclase ayant même composition que celui des filons qui traversent la roche.

Les passages que la roche de Clefcy présente au granite peuvent il est vrai la faire considérer comme un granite syénitique dégradé dans lequel le quartz et l'orthose auraient disparu; mais j'ai préféré lui conserver le nom de diorite micacée qui a déjà été adopté par Haüy pour des roches identiques de la Haute-Égypte : d'après ce qui

vient d'être dit sur sa composition minéralogique et chimique, elle se rapproche d'ailleurs beaucoup plus de la diorite micacée que d'aucune autre roche, car un échantillon bien caractérisé et tel que celui que j'ai analysé, a pour base un feldspath du sixième système et ne contient ni quartz ni orthose; de plus sa teneur en silice est bien inférieure et sa teneur en chaux bien supérieure à celle d'aucun granite.

Bien que la diorite micacée de Clefcy soit une roche feldspathique, elle se laisse scier très-facilement, car elle est moins riche en feldspath que les roches granitoïdes de la même famille; à cause de son mica elle ne prend cependant pas un poli parfait et elle devient même un peu grisâtre par une longue exposition à l'air : quoi qu'il en soit, elle est fréquemment employée à la marbrerie de M. Colin à Épinal qui la vend en plaques polies au prix de 45 francs le mètre carré (1). On s'en sert pour faire des cheminées communes, des tablettes pour les fourneaux de fayence, et sa belle couleur noire, qui est accidentée d'une manière très-agréable à l'œil par des filons blancs rougeâtres, la rend surtout très-propre aux monuments funèbres. **Usages.**

Diorites micacées de la Haute-Égypte.

Des roches identiques à celles de Clefcy s'observent souvent au S. E. de Syène et notamment à la montagne Baram (2); elles sont enclavées **Haute-Egypte.**

(1) Société d'émulation des Vosges. — Rapport sur les roches des Vosges travaillées dans les ateliers de M. Colin, à Épinal, par M. Puton.

(2) Le mont Baram est désigné comme le gisement du

dans la Syénite (1) rose à laquelle elles passent ordinairement d'une manière insensible; quelquefois cependant elles en sont séparées d'une manière nette.

Certains échantillons sont d'ailleurs traversés par de petits filons, de feldspath et de quartz avec un peu de mica, comme ceux que j'ai décrits précédemment. D'autres échantillons ont une structure porphyrique produite par le développement de l'oligoclase qui est en cristaux blanc-verdâtres ou rougeâtres quelquefois assez gros; quand ils passent à la syénite on y voit aussi des cristaux d'orthose.

Ces roches qui ont une belle couleur noire foncée et qui prennent bien le poli ont été fréquemment employées par les anciens Égyptiens, soit dans la sculpture, soit dans l'architecture : elles paraissent surtout avoir été spécialement consacrées à la représentation de la déesse Pacht, car elles ont servi à faire toutes les statues à tête de lionne de cette déesse qui sont au musée Égyptien du Louvre.

A proximité des roches précédentes et en particulier entre Syène et l'île de Philœ, Russeger et Lefebvre ont d'ailleurs trouvé un très-grand nombre de filons de diorite micacée qui courent généralement vers le N. E.; ces diorites micacées qui sont bien caractérisées, forment des filons très-nets dont la puissance varie ordinairement de 1 à 25 mètres; elles n'ont pas modifié la Syénite rose encaissante, mais elles prennent souvent près de son contact un grain indiscernable et une structure schistoïde. Lefèbvre signale encore des filons de diorite mica-

---

Basanites lapis sur la carte ancienne de l'Égypte par M. Jomard et le colonel Jacotin,

(1) Bulletin de la Société géol., 2e série, t. VII, p. 484.

cée à une cataracte du Nil, qui est à onze heures de marche au-dessus de Semnèh, sur la rive lybique du Nil bleu; de Resserres à Mohamed, dans les montagnes Ragueregue, etc.

Diorite micacée du département du Rhône.

On doit également regarder comme une variété de diorite micacée la roche décrite par M. Fournet sous le nom de Vaugnérite (1). Vaugneray.

Elle a un grain très-gros et une grande richesse en feldspath. Elle est formée d'*oligoclase* blanc légèrement verdâtre, et à éclat gras, de *hornblende* vert-noirâtre, et de *mica* brun-noirâtre en lamelles qui ont souvent plus d'un centimètre.

M. Drian y signale aussi un peu de *quartz*.

Elle n'est pas mélangée de carbonate de chaux, car elle ne fait pas effervescence avec l'acide acétique, mais il y a un peu de carbonate à base de fer qui donne une très-légère effervescence avec l'acide chlorhydrique; ce carbonate paraît être ordinairement à proximité de la hornblende et du mica.

J'ai trouvé que la perte au feu de la roche est de... 2,13.

Après calcination elle se réduit à l'état d'arène, ce qui doit tenir surtout à ce que ses cristaux de mica se gonflent par l'action de la chaleur : son oligoclase prend une couleur blanche, opaque, à éclat vif et il est plus facile de distinguer sa mâcle et ses stries.

Le mica s'attaque facilement par l'acide chlorhydrique et reste en paillettes blanches nacrées;

(1) Drian. Minéralogie et pétralogie, p. 512.

mais la hornblende résiste à l'attaque : comme elle est en général associée avec le mica qui est plus brillant et qu'elle est en quelque sorte dissimulée par lui, c'est seulement quand on fait bouillir des fragments de la roche avec de l'acide chlorhydrique qu'on peut se rendre compte de la proportion de hornblende qu'elle contient.

M. Fournet a étudié le gisement de la diorite micacée de Vaugneray (Rhône) et il a constaté qu'elle est encaissée dans le gneis dans lequel elle forme un filon ayant plus de 100 mètres de puissance.

Messimy. M. Thiollière a retrouvé une variété de la même roche à l'Est de Messimy (Rhône) (1).

La diorite micacée de Vaugneray se laisse tailler avec assez de facilité, comme cela a lieu généralement pour les roches qui contiennent beaucoup de mica ; elle est en outre très-inaltérable à l'air ; aussi a-t-elle été recherchée de tout temps pour les constructions et pour la sculpture, de même que les roches analogues de la Haute-Égypte.

Kersantites.

Les roches des Vosges que je me propose d'étudier maintenant ont la plus grande analogie avec le kersanton de la Bretagne, et afin de ne pas introduire un nom nouveau dans le langage géologique, je les désignerai sous le nom de *kersantites*.

Pour éviter le vague d'une description générale, je passe de suite à l'étude détaillée de chacune de ces roches ; je résumerai ensuite leurs caractères généraux.

---

(1) Drian : Minéralogie et pétralogie, p. 513.

Kersantite de Visembach.

Près de la scierie du village de Visembach (Vosges), on a ouvert une grande carrière dans une roche se divisant en assises assez régulières, qui est exploitée pour le pavage de la ville de Saint-Dié. Cette roche est le plus généralement formée d'*oligoclase* et de *mica*, lequel est quelquefois accompagné de *hornblende;* sa structure paraît presque entièrement cristalline, mais comme ses minéraux sont le plus souvent microscopiques, je commence l'étude de sa composition minéralogique et chimique par celle des filons ayant quelques centimètres de puissance qui traversent sa pâte en tous sens et qui la pénètrent d'une manière intime; les minéraux des filons ne diffèrent d'ailleurs de ceux de la pâte, qu'en ce qu'ils sont en cristaux plus gros et plus nets.

L'*oligoclase* est de beaucoup le minéral dominant de ces filons; il est en cristaux maclés et striés comme le sont ceux de tous les feldspaths du sixième système. Il est blanchâtre ou blanc-verdâtre et par l'altération atmosphérique il devient rougeâtre ou même rouge grenat : il a l'éclat gras. Oligoclase.

J'ai trouvé que cet oligoclase de Visembach contenait :

Silice.	63,88
Alumine.	22,27
Oxyde de fer.	0,51
Magnésie.	traces.
Chaux.	3,45
Soude.	6,66
Potasse.	1,21
Perte au feu.	0,70
Somme. . . =	98,68

Cette composition se rapproche beaucoup de celle qui a été obtenue dans des analyses antérieures pour l'oligoclase du granite de Schaïtansk dans l'Oural (1), et pour celui de l'oligoclasite de Francheville (Fournet)(2).

Quartz. Dans les filons de Visembach l'oligoclase est associé à une petite quantité de *quartz*; ce dernier ne se laisse généralement pas distinguer au premier abord, mais quand on a recours à une calcination, le feldspath prend une couleur blanc de lait, et on voit qu'il est souvent mélangé de quartz duquel il est alors facile de le séparer; les cristaux d'oligoclase qui viennent d'être analysés ont d'ailleurs été préalablement calcinés, et j'ai eu soin d'enlever le quartz qui les accompagnait.

Mica. Le *mica* est assez rare dans les filons, tandis qu'il est au contraire abondant dans la roche; mais ses paillettes sont beaucoup plus grandes dans les filons que dans la roche : c'est un mica brun noirâtre, à base de magnésie et de fer, tel que celui qui se trouve généralement dans les roches granitiques: sa nuance tire le plus souvent sur le noir; cependant quelques lamelles présentent accidentellement des parties blanches et transparentes dans lesquelles les parties brunes paraissaient se fondre comme un nuage.

Dans plusieurs parties de la carrière, et notamment à la gauche de l'observateur et près du contact avec la roche encaissante, la kersantite de Visembach est complétement décomposée et elle forme une espèce d'arène (voir le croquis, p. 171); le mica prend alors une couleur de bronze brun-

(1) Rammelsberg : I sup., p. 104.
(2) Drian : Minéralogie et pétralogie, p. 287.

jaunâtre qui semble être d'autant plus claire que la désagrégation de la roche est plus facile ou que sa décomposition est plus avancée.

Hornblende.

La *hornblende* est d'un vert quelquefois assez clair; sa structure est fibreuse.

Dans quelques filons elle est en cristaux pouvant avoir plusieurs centimètres de longueur. On la trouve aussi en lamelles répandues dans la masse même de la roche, mais le plus ordinairement ces lamelles y forment des espèces de nodules, en sorte que leur développement semble encore se rattacher à celui des filons.

Dans certaines parties de la roche dans lesquelles la hornblende est très-dominante, et qui ont la structure schistoïde, il y a quelquefois des cristaux de *grenat* rouge-brunâtre, ainsi que l'a observé M. le docteur Carrière.

Sulfures métalliques.

La kersantite de Visembach contient des *sulfures métalliques*, tels que la *pyrite de fer*, la *pyrite de cuivre* et la *galène* qui y forment ordinairement des veinules; il y a de plus de la *pyrite magnétique*, et j'ai même rencontré dans l'un des filons d'oligoclase, de la *pyrite magnétique* accolée à de la *pyrite de fer* cristallisée en cube.

Nodules avec quartz, chlorite épidote, chau carbonatée.

La roche que nous étudions présente quelquefois des nodules ayant jusqu'à un décimètre de diamètre qui sont formés de *quartz* blanc, de *chlorite* qui est d'un beau vert-clair, d'*épidote* vert-olive ou vert-jaunâtre, de *chaux carbonatée* blanche et spathique; ces minéraux ne sont pas en zones concentriques séparées d'une manière très-nette, mais ils se succèdent cependant de la circonférence du nodule à son centre dans l'ordre dans lequel ils viennent d'être énumérés, qui est

à peu près celui qu'on observe généralement dans les amygdales des porphyres (1).

Filons. Les minéraux qui viennent d'être décrits sont associés de diverses manières et constituent deux variétés principales de *filons* : ainsi l'oligoclase, le quartz, le mica, quelquefois la hornblende, forment des filons très-bien caractérisés et à gros cristaux; la puissance de ces filons qui s'entre-croisent dans toutes les directions est généralement de quelques centimètres et elle peut aller jusqu'à 30 centimètres.

Au contraire, les sulfures métalliques, les autres mineraux accessoires ainsi que la hornblende, sont groupés dans la partie médiane d'espèces de filons à base d'oligoclase, mais très-irréguliers et à limites très-confuses.

Enfin on trouve encore dans la roche des filons tout à fait accidentels d'une *pegmatite* grenue contenant du quartz, de l'orthose, de la tourmaline noire, du mica blanc d'argent et du mica brun-noirâtre.

Roche. La kersantite est la roche traversée et pénétrée par les filons qui viennent d'être décrits (*Pl. II*, *fig.* 4) : elle est formée essentiellement d'*oligoclase* ou de *pâte feldspathique* et de *mica* ; il y a cependant aussi un peu de *fer oxydulé*, mais il est disséminé en grains extrêmement petits et on ne peut le reconnaître que sur quelques échantillons polis. Quant à la hornblende elle s'est développée suivant des filons.

La roche a une structure légèrement gneisique. Sa couleur qui est vert noirâtre résulte de la pâte feldspathique et du mica.

---

(1) Annales des mines : 4ᵉ série, t. XII, p. 223.

Traitée par l'acide acétique après ébullition dans de l'eau, elle ne fait généralement pas effervescence; avec l'acide chlorhydrique il y a quelquefois une effervescence très-faible.

J'ai trouvé qu'un échantillon calciné au feu de charbon perdait 1,93 pour 100; cette perte consiste principalement en eau avec un peu de matière organique et d'acide carbonique.

J'ai fait bouillir pendant longtemps des fragments de la roche avec de l'acide chlorhydrique concentré, et j'ai constaté que l'oligoclase se décolore et s'attaque incomplétement; le mica, au contraire, de même que tous les micas brun-tombac des roches granitoïdes, s'attaque complétement, et sa silice, qui est blanche et nacrée, conserve la forme de ses paillettes. Lorsque la roche est calcinée préalablement, l'attaque est beaucoup plus difficile, et elle est à peine sensible pour l'oligoclase.

La hornblende résiste à l'action de l'acide, et on voit, après l'attaque qu'elle forme, des aiguilles cristallines très-nettes et qui sont bien distinctes de la masse de la roche.

La variété la plus habituelle de la kersantite de Visembach (*Pl. II, fig.* 4) est presque entièrement formée d'oligoclase et de mica, avec lesquels il y a seulement quelques centièmes des autres minéraux décrits antérieurement; l'essai de cette variété a été fait par M. de l'Espée, qui a trouvé qu'elle renferme 58 p. 100 de silice.

Dans des recherches qui seront publiées ultérieurement, j'ai constaté que le mica brun-tombac des roches granitoïdes des Vosges contient environ 44 p. 100 de silice; nous avons vu d'ailleurs que le feldspath contient à peu près 64 p. 100 de silice.

D'après cela, si on désigne par f et m les proportions exprimées en centièmes de feldspath et de mica, et par t la proportion des autres minéraux, lesquels ne contiennent généralement pas de silice, qui peuvent entrer dans l'unité de poids de la roche, il est facile de voir qu'on aura, par suite la relation qui existe entre les quantités de silice contenues dans la roche, dans le feldspath et dans le mica : $f = 70 + 2{,}2t$: $m = 30 - 3{,}2t$.

L'échantillon qui a été essayé contient donc au *minimum* 70 p. 100 d'oligoclase, et au *maximum* 30 p. 100 de mica. Comme l'examen de cet échantillon montre du reste que t est seulement de quelques unités, il en résulte que les nombres limites qui précèdent ne diffèrent pas beaucoup de ceux qui représentent la composition réelle de la roche.

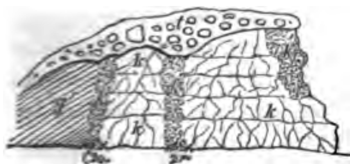
Il a été établi par ce qui précède que la composition minéralogique des filons à base d'oligoclase est à peu près la même que celle de la roche encaissante qu'ils pénètrent comme un stokwerk ; on doit donc regarder ces filons comme contemporains de la kersantite et ils proviennent sans doute du remplissage des fissures qui se sont produites à l'époque de sa cristallisation.

Gisement. La kersantite k (p. 171) de Visembach ne saurait être considérée comme un accident du gneiss ; elle est en effet beaucoup plus pauvre en silice, et sa composition minéralogique est très-différente. L'étude de son gisement, que j'ai faite avec M. Carrière, montre d'ailleurs qu'elle est enclavée dans un gneiss formé de quartz, d'orthose et de mica brunâtre.

Au contact du gneiss, elle est décomposée et elle se transforme en arène k^1 ainsi que le gneiss g^1 lui-

même; aussi ne peut-on voir la ligne de séparation des deux roches qui n'est sans doute pas très-nette, car on rencontre quelques lambeaux de gneiss au milieu de la kersantite *k* elle-même.

Il est facile de constater en outre que la décomposition en arène de laquelle j'ai déjà parlé s'est opérée dans diverses parties de la carrière suivant des bandes *k'* qui ont quelques mètres de largeur, à côté desquelles se trouve cependant une kersantite très-dure qui donne d'excellents matériaux pour le pavage ou pour l'empierrement des routes.



k Kersantite.

k' Kersantite décomposée.

g' Gneiss décomposé.

t Terre végétale.

Kersantite de Sainte-Marie.

Sur la route de Saint-Dié, à 2 kilomètres environ de la limite du département des Vosges et du Haut-Rhin, en descendant la côte de Sainte-Marie-aux-Mines, on rencontre une kersantite qui n'est qu'une variété de celle de Visembach.

Elle forme un filon de 30 à 35 mètres de puissance, qui croise la direction de la route et qui est exploité pour le pavage de la ville de Sainte-Marie; la direction de ce filon a été mesurée à la salebande par M. Carrière et par moi, et elle se confond à peu près avec celle de l'aiguille magnétique.

En descendant de la côte Sainte-Marie, sur la droite et près de l'ancienne route, on retrouve encore une variété de la même roche, qui est à cristaux plus grands que celle de la partie supé-

rieure de la côte et qui se rapproche plus de la kersantite de Visembach.

La roche encaissante est un granite syénitique bien caractérisé, formé de quartz, d'orthose blanc, d'une variété d'oligoclase verdâtre ou rougeâtre, de mica et de hornblende noirâtre.

La kersantite est séparée d'une manière bien nette de ce granite, et la différence de couleur des deux roches permet de suivre très-facilement leur ligne de contact; il y a cependant passage de l'une à l'autre sur une largeur qui est au plus de quelques décimètres. En effet, près du contact la kersantite se change en une roche pétrosiliceuse vert noirâtre, dont le grain est indiscernable et dans laquelle il y a accidentellement quelques paillettes de mica (1); puis on voit apparaître les cristaux d'orthose du granite, qui sont encore entourés par la pâte vert noirâtre, et enfin, quelques centimètres plus loin, on a le granite syénitique bien caractérisé.

La kersantite de la côte de Sainte-Marie diffère de celle de Visembach, en ce que sa structure est généralement moins cristalline : dans certaines parties du filon et surtout près de la salebande, elle passe même à une roche pétrosiliceuse vert noirâtre ou grisâtre; elle est en outre moins riche en feldspath, et l'oligoclase ne s'est pas isolé en filons comme à Visembach; cependant, quand on examine la roche avec soin, on voit qu'elle est presque entièrement formée par une pâte feld-

(1) Cette roche pétrosiliceuse ne diffère pas de celle dont l'analyse a été donnée (Annales des mines, t. XVI, p.353), qui sépare le granite syénitique de l'aphanite de Saint-Bresson.

spathique, dans laquelle il y a quelques lamelles striées d'*oligoclase* et du *mica* brun noirâtre : en outre, dans les échantillons dont la structure cristalline est la plus développée, il y a des veinules plus riches en oligoclase que le reste de la roche, et des lamelles de mica qui ont plus d'un centimètre.

Au premier abord, le mica paraît être très-abondant, mais il est facile de reconnaître, sur les échantillons décomposés et kaolinisées, que la pâte feldspathique est très-prédominante ; c'est ce qu'on peut constater également après une calcination de la roche.

Pour la variété la plus cristalline de la kersantite de Sainte-Marie, j'ai obtenu une perte au feu de 1,70 p. 100, consistant surtout en eau, avec laquelle il y avait un peu de matière organique et d'acide carbonique.

J'ai observé dans la roche, de la *pyrite de fer magnétique* et de la *pyrite* non magnétique, et plus rarement quelques petits nodules de *quartz* à contours arrondis. Accidentellement, il y a du *fer oligiste*. Enfin les fissures de la kersantite ont été remplies par de la *chaux carbonatée* blanche, spathique, et ses fentes sont tapissées par un enduit serpentineux verdâtre, qui provient de la décomposition de la roche, et qui se retrouve du reste dans le granite syénitique encaissant, de même que dans la plupart des roches granitoïdes.

Kersantite du moulin Dugard.

M. Fournet a observé une roche qui ressemble beaucoup au kersanton gris de la Bretagne ; elle se trouve encaissée dans le granite de Francheville,

entre les moulins Dugard et Bouchard-Jambon, sur la rive gauche de l'Izeron.

Elle a une couleur gris foncé un peu verdâtre, qu'elle doit à une multitude de paillettes de mica. A cause de leurpetitesse et de leur peu d'éclat, ces paillettes ne sont pas visibles; mais, après calcination, elles prennent un éclat doré, et en même temps on reconnaît que la roche est presque entièrement formée par un feldspath grenu qui devient blanc.

M. Fournet a constaté que cette kersantité se délite en boules, comme cela a lieu quelquefois pour le kersanton; elle est alors brun jaunâtre clair, et son mica qui prend une couleur jaune d'or est très-abondant.

Elle contient de la pyrite magnétique et de rares lamelles de fer carbonaté qui ne sont visibles qu'après calcination.

Avec l'acide acétique, elle donne une effervescence très-lente, qui augmente avec l'acide chlorhydrique; elle ne contient donc pas de carbonate de chaux, tandis qu'il y en a notablement dans le kersanton. Sa perte au feu est de... 3 06.

La variété décomposée, qui est brun jaunâtre et qui se délite en boules, fait une légère effervescence avec l'acide acétique, par conséquent elle est mélangée d'une très-petite quantité de carbonate de chaux; mais elle ne fait pas ensuite effervescence avec l'acide chlorhydrique, ce qui indique que son carbonate de fer a été détruit. Sa perte au feu, qui est de... 8,44, consiste presque entièrement en eau; elle est beaucoup plus grande que dans la roche non décomposée, ce qui s'accorde avec les observations analogues faites sur d'autres roches par MM. Ebelmen et G. Bischof.

Les deux variétés de la roche, et surtout la variété décomposée, se décolorent facilement par l'acide chlorhydrique, bien qu'elles ne s'attaquent cependant pas d'une manière complète.

Kersanton.

Le kersanton a la plus grande analogie avec la kersantite de Sainte-Marie, qui vient d'être décrite; bien qu'il ne lui soit pas identique.

Il est facile de reconnaître, soit en calcinant le kersanton, soit en l'attaquant par les acides, soit en l'examinant à la loupe lorsqu'il est poli, que c'est une roche essentiellement feldspathique; dans laquelle le *feldspath* est toujours de beaucoup le minéral dominant. Tantôt ce feldspath s'est séparé en cristaux très-nets, blanchâtres ou blanc verdâtres, de quelques millimètres de longueur, et le kersanton a une structure granitoïde (*Pl. II, fig.* 5); tantôt, et c'est le cas le plus général, ce feldspath est à l'état de pâte feldspathique de couleur à peu près uniforme, verte ou grise; il est probable qu'il a subi un commencement de pseudomorphose, car il s'aplatit légèrement sous le pilon; il a perdu sa cohésion ainsi que sa dureté, et il se laisse écraser ou tailler avec une grande facilité.

Les cristaux feldspathiques ont quelquefois un éclat nacré et vitreux, surtout après ébullition avec un acide; accidentellement, ils présentent la mâcle avec stries parallèles, montrant que le feldspath appartient au sixième système; c'est ce qui résulte aussi de la couleur verte qu'ils prennent quelquefois, couleur que ne prendraient pas des cristaux de feldspath orthose.

Le *mica* du kersanton est brun tombac, brun noirâtre ou noir comme celui des kersantites de

Sainte-Marie et de Visembach; c'est le mica à base de magnésie et de fer qu'on trouve le plus habituellement dans les granites. Il s'attaque assez facilement par l'acide chlorhydrique. Ses paillettes, qui sont entrecroisées dans tous les sens, sont généralement plus nombreuses et mieux développées dans les kersantons gris ou verts; elles y forment des prismes à base hexagonale, ayant quelquefois plusieurs millimètres de hauteur. Cependant, dans certains kersantons granitoïdes à structure cristalline très-nette, on observe aussi de grandes lamelles de mica d'un beau noir, qui ont plus d'un centimètre de longueur.

Bien que le kersanton ait été regardé jusqu'à présent comme une roche essentiellement amphibolique, je n'ai pas observé de cristaux d'amphibole dans les nombreux échantillons que j'ai examinés. J'ai constaté d'ailleurs que les principales variétés de kersanton se décolorent très-facilement et complétement lorsqu'on les fait bouillir avec de l'acide chlorhydrique; elles ne contiennent donc pas d'amphibole ni en cristaux ni en lamelles microscopiques.

Je n'ai pas observé non plus de pinite, quoiqu'elle ait été signalée dans le kersanton par quelques géologues; comme la pinite résiste à l'action des acides, ou ne s'attaque que d'une manière très-incomplète (1), je ne pense d'ailleurs pas qu'on puisse admettre sa présence dans la roche.

Le kersanton contient des lamelles de couleur vert foncé ayant quelquefois plusieurs millimètres de longueur, qui, au premier abord, ressemblent à de l'amphibole; elles sont cependant beaucoup

(1) Rammelsberg : Handworterbuch, 2e partie, p. 60.

moins dures, et leur éclat est un peu terne. Après calcination, elles deviennent noir brunâtre et magnétiques. Aussi, dans les kersantons à structure granitoïde tels que celui de Daoulas, on peut alors les distinguer très-facilement des autres parties de la roche et les en séparer par le barreau aimanté. J'ai constaté que ces lamelles, qui donnent en partie au kersanton sa couleur verte, se dissolvent à froid et avec une vive effervescence dans l'acide hydrochlorique; elles sont donc formées par un *carbonate de fer* contenant sans doute d'autres bases telles que de la chaux et de la magnésie.

Dans certains kersantons à structure non granitoïde de Daoulas, de Rumbihan et de Rosmarden, il est quelquefois difficile de voir les lamelles de carbonate de fer; mais on reconnaît cependant qu'il y a toujours du carbonate de fer disséminé dans la roche, à l'effervescence qu'elle produit, quand on la traite par l'acide chlorhydrique après que l'effervescence due à l'acide acétique a cessé; l'acide carbonique se dégage surtout des parties de la roche qui ont la couleur verte.

Le kersanton contient de la *chaux carbonatée*, comme l'a fait remarquer A. Brongniart qui considérait même le kersanton comme une variété d'hémithrène. Cette chaux carbonatée est spathique, blanche ou légèrement rougeâtre : lorsqu'on examine à la loupe le kersanton poli, on voit qu'elle a rempli les interstices laissés entre le feldspath, autour duquel elle est venue se mouler, comme le représente le croquis ci-contre dans lequel le grossissement est à peu près égal à cinq; les cristaux de feldspath *f*, qui sont blancs et opaques,



se distinguent très-nettement de la chaux carbonatée *c*, qui est grise et transparente, et la structure de la roche rappelle celle de certains granites dans lesquels le quartz est venu se mouler de même dans les interstices et sur les angles vifs des cristaux de feldspath.

La chaux carbonatée a rempli également les fissures du kersanton qu'elle traverse alors comme veines ou comme filons.

Enfin, elle a rempli aussi des cavités très-régulières et même quelquefois sphériques, dans lesquelles elle forme des nodules *c* qui se détachent facilement de la roche; ces nodules sont enveloppés de paillettes imbricées de mica *m*, dont la base est parallèle à la surface des nodules, au lieu de lui être perpendiculaire, comme cela aurait lieu pour de la chlorite.

De même que toutes les roches, le kersanton contient de la *pyrite de fer* dans sa pâte; j'en ai observé aussi qui était bien cristallisée en cubes, et qui se trouvait à la salbande de veinules de chaux carbonatée traversant la roche; mais il y a surtout de la *pyrite de fer magnétique*; elle a une couleur jaune de bronze dans la cassure fraîche, et elle devient jaune d'or lorsqu'elle a été exposée à l'air.

La pyrite magnétique se trouve aussi dans les kersantites de Visembach, de Sainte-Marie et du moulin Dugard; comme c'est un minéral peu répandu, sa présence fournira un bon caractère pour reconnaître les kersantites.

Sur quelques kersantons polis à mica noir, j'ai rencontré accidentellement des grains microscopiques de *fer oxydulé*; cependant ce minéral y est toujours rare et en très-petite quantité.

Il y a du *quartz* dans le kersanton, mais il y est

également assez rare; son mode de gisement ne diffère d'ailleurs pas de celui de la chaux carbonatée, avec laquelle il est associé; ainsi, sur des échantillons polis, j'ai observé qu'il a quelquefois rempli, concurremment avec la chaux carbonatée, les interstices laissés entre les cristaux de feldspath, sur les angles vifs desquels il est venu se mouler; par conséquent, il a cristallisé après le feldspath de même que la chaux carbonatée.

Quelquefois il forme des nodules à contours arrondis (voir le croquis ci-dessous), séparés de la roche d'une manière très-nette; il est à l'état de quartz blanc et grenu, et le plus souvent à l'état de quartz hyalin gris ou violâtre.

Dans le kersanton granitoïde à feldspath blanc et à grandes lamelles de mica noir foncé, les nodules de quartz *q* sont, de même que ceux de chaux carbonatée, entourés par du mica *m* qui forme



quelquefois une couronne ayant plus d'un millimètre d'épaisseur, comme le montre ce croquis, dont le grossissement est égal à deux.

Dans le kersanton granitoïde de Daoulas, les nodules de quartz, qui ont accidentellement jusqu'à 1 décimètre de diamètre, sont entourés par une bande verte sans mica.

L'épidote, qui est si fréquente dans toutes les roches feldspathiques, forme quelquefois, dans certains kersantons, et notamment dans celui de Daoulas, des veinules disséminées d'une manière très-irrégulière; de même que dans les mélaphyres, elle est associée à du quartz et à de la chaux carbonatée.

J'ai déterminé la perte au feu de quelques kersantons : Roche.

1. *Kersanton* granitoïde à feldspath blanc avec mica brun, carbonate de fer vert et chaux carbonatée blanche, — de Daoulas.	4,49
2. *Kersanton* vert grisâtre à grandes paillettes de mica brun tombac ; très-facile à tailler et recherché pour les constructions, — de Daoulas.	6,95
3. *Kersanton* gris légèrement verdâtre, grenu, contenant des nodules sphériques de chaux carbonatée et en même temps quelques nodules de quartz. Ces nodules ont seulement quelques millimètres.	7,41

On voit que cette perte au feu est assez considérable et qu'elle est plus grande dans le kersanton vert ou gris que dans celui qui contient beaucoup de feldspath blanc et dont la structure est granitoïde. La perte au feu consiste presque entièrement en acide carbonique ; il y a cependant de l'eau, et sans doute aussi une matière organique comme dans la plupart des roches qui contiennent de l'eau.

La quantité de carbonate mélangée au kersanton peut être estimée approximativement d'après sa perte au feu.

Lorsque le kersanton a été calciné, son feldspath devient blanc, et son mica prend une couleur brun doré; il se désagrége alors avec la plus grande facilité entre les doigts, ce qui tient à ce que toute sa masse était pénétrée de carbonate : il se désagrége également lorsqu'il a été attaqué par un acide; il prend en outre un aspect carié et celluleux, par suite de la dissolution des carbonates disséminés, et son feldspath a un éclat nacré.

Le kersanton fait effervescence avec l'acide acétique, et il fait de nouveau effervescence quand on le traite ensuite par l'acide chlorhydrique; il se laisse complétement décolorer par ce dernier acide bouillant.

Dans le kersanton, comme dans beaucoup d'autres roches, le feldspath et même le mica se fondent souvent d'une manière assez intime avec un

hydrosilicate vert, qui est vraisemblablement pseudomorphique et à base de fer et de magnésie ; il s'attaque complétement par l'acide chlorhydrique, et comme la chlorite ferrugineuse il s'est surtout développé dans les cavités de la roche ; mais il n'est pas cristallin, et il ne paraît pas avoir une composition bien définie.

J'ai fait l'essai d'un kersanton de Daoulas, à 45 kilomètres de Brest, représentant l'une des variétés de la roche le plus habituellement employée pour les constructions. Il est formé par une pâte feldspathique verte qui paraît pseudomorphosée, dans laquelle il y a quelques lamelles de feldspath blanchâtre et un grand nombre de paillettes d'un mica brun-tombac s'entre-croisant dans tous les sens. Il fait une vive effervescence avec les acides. Il contient : *Silice*... 52,80. *Alumine protoxyde de fer, magnésie, alcalis* (diff.)... 35,50. *Oxyde de chrome*... traces. *Chaux*... 5,40. *Acide carbonique, eau*... 6,75. Somme = 100.

La teneur en silice de ce kersanton est assez faible, mais si on retranchait les carbonates mélangés, on peut voir qu'elle différerait peu de la teneur en silice de l'oligoclase.

Quoique l'oxyde de fer n'ait pas été dosé exactement, j'ai constaté qu'il y en avait environ 7 p. 100 dont la plus grande partie sans doute est à l'état de carbonate.

Il est vraisemblable que l'oxyde de chrome était combiné avec le mica, car j'en ai trouvé une petite quantité dans le mica brun-tombac des roches granitoïdes.

Quoique le kersanton soit bien une roche feldspathique, il est très-peu dur, et il se laisse tailler facilement, comme cela a lieu généralement pour

les roches contenant beaucoup de mica; étant d'ailleurs très-inaltérable et résistant bien à la décomposition atmosphérique, on conçoit qu'il ait été très-recherché pour les constructions et surtout pour les ornements si délicats de l'architecture gothique.

Le feldspath du kersanton peut cependant se kaoliniser, et il se transforme alors en une arène brun jaunâtre colorée par de l'oxyde de fer, dans laquelle on retrouve les paillettes de mica ayant une couleur brun pâle.

Quelquefois le kersanton se désagrége en boules et à la manière du basalte; c'est ce qui a lieu, par exemple, pour celui de Saint-Gildas (1).

Le kersanton est circonscrit à la rade de Brest, comme le font remarquer les auteurs de la carte géologique de France, et M. E. de Fourcy, qui a recherché ses divers gisements avec le plus grand soin, n'en a pas trouvé en dehors de cette rade. Tandis que les kersantites des Vosges sont dans les roches granitiques, le kersanton ne s'observe que dans le terrain silurien dans lequel il forme des dykes très-irréguliers. Le plus généralement il est dans le schiste ardoisier, comme dans les environs de Daoulas et de l'Hôpital : quelquefois cependant, comme cela a lieu sur le bord de la rivière du Faou, il a traversé non-seulement le schiste ardoisier, mais encore la grauwake silurienne qui le recouvre (2).

En résumant ce qui vient d'être dit, on voit que

(1) Frapoli. Bulletin, 4e série, t. II, p. 531.

(2) Carte géologique du département du Finistère, par M. E. de Fourcy, p. 65, 108, 179.

la *kersantite* est essentiellement formée par un feldspath du sixième système, qui se réduit le plus souvent à une pâte feldspathique. Ce feldspath est associé à du mica, qui bien que très-constant peut cependant disparaître accidentellement dans quelques variétés pétrosiliceuses; quelquefois aussi il y a de la hornblende, mais plutôt *dans* des filons que dans la roche elle-même.

Parmi les autres minéraux qui se trouvent plus spécialement dans la kersantite, on peut citer les carbonates de fer et de chaux, la pyrite de fer magnétique et non magnétique, et enfin le quartz, qui dans les variétés que j'ai décrites ne doit guère être signalé que pour sa rareté.

La kersantite a de l'analogie avec la diorite, de laquelle elle diffère seulement en ce que le mica remplace la hornblende; elle forme comme la diorite des dykes ou de gros filons dans les terrains granitiques ou dans les terrains stratifiés anciens.

DESCRIPTION

Du terrain tertiaire à lignites des environs de Concepcion, sur la côte du Chili, précédée de quelques observations sur la géologie du Chili.

Par M. L. CROSNIER, ancien élève externe de l'École des mines.

La constitution géologique du Chili a été décrite d'une manière générale, par M. Domeyko, dans une série de mémoires qui ont paru successivement dans les Annales des mines depuis l'année 1844. Je crois cependant nécessaire de rappeler ici, le plus brièvement qu'il me sera possible, les traits caractéristiques de la configuration et de la composition du sol chilien, en y joignant quelques faits qu'il m'a été donné de recueillir pendant les voyages que je fis au Sud en 1844, et au Nord en 1843 et 1847.

La grande chaîne des Andes, dont les sommets inaccessibles n'ont pas encore été mesurés avec exactitude, et dont quelques-uns dépassent probablement en hauteur le Chimborazo (expédition du Beagle en 1835), s'étend, suivant une direction à peu près parallèle à la côte du Chili, à une distance de 35 à 40 lieues de la mer. Du côté de l'Est, elle descend par des pentes assez douces vers les immenses plaines de la République argentine. Du côté de l'Ouest, au contraire, où la puis-

sance soulevante a concentré tous ses efforts, les pentes sont abruptes et se transforment quelquefois en escarpements verticaux d'une hauteur prodigieuse; les montagnes paraissent entassées confusément les unes sur les autres; des chaînes accessoires, séparées par des ravins où les eaux n'ont fait qu'élargir de grandes fentes naturelles, se croisent dans toutes les directions, et la première impression que reçoit le voyageur est celle d'une confusion inextricable au sein de laquelle il chercherait en vain des traces de l'état primitif du sol chilien. Les terrains stratifiés, en effet, ont entièrement disparu du Nord au Sud, depuis le désert d'Atacama jusqu'à Valdivia, sur une largeur moyenne d'à peu près 15 lieues. Ils sont profondément métamorphisés, ou même entièrement refondus par le contact des masses énormes de roches granitoïdes qui, depuis la mer jusqu'à une distance, comme je viens de le dire, d'à peu près 15 lieues, forment une succession de montagnes aux croupes arrondies. Quant à ceux qui se redressent sur les flancs des Andes, ils sont aussi métamorphisés par des roches éruptives, souvent granitiques, qui apparaissent fréquemment au jour et modifient de mille manières leur structure et leur inclinaison. Les couches argileuses, qui sans doute constituaient presque exclusivement ces terrains stratifiés, se sont transformées en porphyres de toutes nuances et de la composition la plus variée, alternant dans quelques points avec des couches de quartz compacte, où cette même diversité de couleur se fait encore remarquer. Excepté dans le Nord, où elles forment des assises puissantes et des montagnes entières, les couches calcaires sont rares et les restes organiques y sont peu abondants

ou manquent même complétement. Enfin (et ce fait ne se présente pas souvent), quand le terrain stratifié apparaît loin de toute roche éruptive, en couches sensiblement horizontales ou faiblement inclinées, les nombreux filons métalliques ou pierreux qui le traversent et s'y ramifient dans toutes les directions prouvent que là, pas plus qu'ailleurs, il n'a échappé à l'action modifiante des forces intérieures de notre planète. Seulement alors, on peut constater que la puissance de ce terrain était considérable, et prendre ainsi une idée approximative de l'influence qu'ont dû exercer sur la forme actuelle des montagnes, le glissement de ces masses énormes et leur brusque séparation aux époques de soulèvement.

Les nombreux volcans en activité, dont les pics couverts de neige s'élèvent de distance en distance au-dessus de la ligne de faîte des Cordillères, les tremblements de terre qui ébranlent si fréquemment le sol du Chili, et qui renversent quelquefois des villes entières; le soulèvement lent de toute la côte (1), soulèvement qui a sans doute alterné avec des abaissements par suite desquels les couches de lignites des environs de Concepcion se sont trouvées recouvertes par des couches puissantes de grès, et qui enfin, comme semblent le prouver les failles de ce même terrain de lignites, a dû s'effectuer quelquefois d'une manière brusque, peut-être pendant de violents tremblements de terre; tous ces

(1) L'on rencontre à chaque instant des preuves évidentes de ce fait, telles que des bancs de coquilles blanchies (dont les espèces vivent actuellement dans la mer), à plus de 20 mètres au-dessus de son niveau actuel, et d'anciens récifs d'une grande étendue à une demi-lieue dans l'intérieur des terres.

faits indiquent que la réaction de la force intérieure contre la croûte solidifiée ne cesse pas d'agir sur le sol du Chili, que ses nombreuses failles, son état accidenté et disloqué rendent moins propre que tout autre à résister à cette force.

Cependant, malgré cette apparente confusion dont j'ai parlé plus haut, si l'on suit la chaîne des Andes du Nord au Sud, ou si l'on traverse plusieurs fois le Chili de l'Ouest à l'Est en remontant ces grands ravins qui portent à la mer les eaux de la Cordillère, et dont quelques-uns parviennent, après de nombreux détours, presqu'à la ligne de faîte, ravins dont les parois déchirées et fréquemment coupées à pic permettent d'observer sans obstacles la succession des terrains et les diverses transformations de la roche : si même, à défaut de ces fentes naturelles, on marche perpendiculairement à la Cordillère en franchissant les cordons parallèles subordonnés à la chaîne principale, on reconnaît bientôt dans la disposition relative des roches ignées et des terrains stratifiés, une régularité suffisante pour qu'il soit facile de donner en peu de mots l'expression générale de la constitution géologique du Chili; tandis que s'il fallait entrer dans les détails et tracer la délimitation exacte de ces mêmes terrains, la nature accidentée du sol, le manque de chemins et la presque impossibilité de parcourir certaines localités arides et entièrement désertes, l'absence totale de bonnes cartes et la difficulté de reconnaître, même approximativement, sa position au milieu d'un dédale de montagnes de toutes les formes, sillonnées dans tous les sens par de profonds ravins, et dont l'aspect change presque à chaque pas, offriraient des obstacles insurmontables.

Soulèvement granitique. — Soulèvement de la côte.

Deux soulèvements granitiques sillonnent le Chili dans le sens de sa plus grande longueur, parallèlement à la mer. L'un, et c'est le plus puissant, car sa largeur moyenne est d'une quinzaine de lieues de la côte à l'intérieur, plonge rapidement sous l'océan, dont la profondeur à peu de distance de la côte est déjà très-considérable, ce qui permet par conséquent d'attribuer à cette chaîne granitique une hauteur réelle beaucoup plus grande que sa hauteur apparente; il se relève en quelques points et forme des récifs et des îlots granitiques habités par d'innombrables bandes d'oiseaux aquatiques dont les excréments accumulés constituent vers le Nord, où les pluies sont excessivement rares, ces dépôts de *guano* qui paraissent se former ou se renouveler avec assez de rapidité, et que l'on retrouve, plus puissants encore et plus riches en principes fécondants, sur la côte du Pérou, où il ne pleut jamais.

L'élément principal est le granite, souvent décomposé jusqu'à des profondeurs considérables, circonstance à laquelle les montagnes qui bordent la côte doivent leurs formes généralement arrondies, et qui explique la présence, au fond de certaines vallées, d'énormes blocs granitiques détachés de la montagne voisine par les pluies ou les tremblements de terre, et que des voyageurs ont confondu avec les blocs erratiques, tandis qu'en réalité on n'en rencontre aucun, dans toute l'étendue du Chili, qui mérite ce nom. Le granite est traversé par d'innombrables filons feldspathiques, quartzeux ou même granitiques qui proviennent sans doute d'actions ignées postérieures au soulèvement de la roche élémentaire, et aussi, dans beaucoup de points par des filons métalliques, d'une

Filons aurifères. richesse et d'une longueur considérables, où l'or est associé au peroxyde rouge de fer, plus bas à la pyrite de fer quelquefois un peu cuivreuse, à la pyrite arsenicale, à la blende, à la galène et au sulfure d'antimoine.

Ces filons décomposés par les influences atmosphériques, et probablement aussi par des actions électriques lentes, entraînés en masse par l'action des eaux pluviales que tout indique avoir été autrefois beaucoup plus puissante qu'aujourd'hui, et par celles que produit chaque année la fonte des neiges, ont donné lieu dans les parties basses à des dépôts aurifères quelquefois d'une très-grande étendue et qu'on exploite par le lavage.

Dépôts aurifères au milieu du granite. Il y a cependant un certain nombre de ces dépôts où l'or est irrégulièrement disséminé au milieu du granite décomposé et d'argiles rougeâtres qui contiennent une grande quantité de peroxyde de fer, et dont il est impossible d'expliquer l'origine par la décomposition et le transport des matières d'un filon ; ce fait se présente sur une grande échelle aux environs de Valparaiso, dont l'on crut même un instant que le sol, à plusieurs lieues à la ronde, contenait partout de l'or en quantité suffisante pour subvenir aux frais d'une exploitation *par la fonte*. En s'étayant sur le grand nombre de mines et de *lavaderos* que l'on rencontre du Nord au Sud, à peu de distance de la côte, on en vint bientôt à conclure que toute la côte renfermait de l'or, et il fut un instant question de laver ou même de fondre 4.000 lieues carrées de terrain sur une profondeur inconnue, mais qui ne pouvait manquer d'être considérable. L'expérience qui fut faite dut naturellement renverser d'aussi fantastiques espérances, mais il n'en reste pas moins prouvé que

l'on trouve fréquemment de l'or dans l'argile plus ou moins ferrugineuse provenant de la décomposition du granite à la partie supérieure de certaines montagnes, et par conséquent dans une situation où il n'a pu être apporté par les eaux : les essais de M. Darlu et les miens m'en ont donné la preuve (1).

Lavaderos et mines d'or d'Andacollo.

S'il est difficile, ou même impossible d'expliquer la présence de l'or dans les montagnes qui environnent Valparaiso par la décomposition des filons, je crois qu'on peut trouver la cause de ce phénomène remarquable dans un fait que j'ai eu occasion d'observer, sur une échelle beaucoup moins vaste il est vrai, à Andacollo, dans la province de Coquimbo. La petite ville d'Andacollo est située sur un plateau assez élevé au-dessus du niveau de la mer, en un point où les terrains stratifiés se rapprochent de la côte comme une espèce de promontoire, et viennent se relever sur le terrain granitique. Leur inclinaison, ainsi que cela a toujours lieu quand on rencontre pour la première fois ce terrain en partant de la côte, est sensible-

(1) Un essai fait en Allemagne sur plusieurs quintaux pris au hasard, près de Valparaiso, n'a donné il est vrai qu'un millionième d'or, mais les essais de M. Darlu, si ma mémoire ne me trompe pas, lui ont donné quelquefois *plus* d'un millième. Deux des miens ont confirmé ce résultat, et j'ai la conviction que les montagnes qui avoisinent Valparaiso contiennent de l'or en grains ordinairement imperceptibles. Si les essais n'en indiquent pas toujours, c'est sans doute parce que parmi les 20 grammes soumis à l'essai, le hasard a fait qu'il ne s'est pas rencontré un grain d'or, de même que dans un essai qui donne un millième, la présence accidentelle d'un ou plusieurs grains donne une proportion beaucoup plus forte que la teneur moyenne de tout le terrain.

ment dirigée vers l'Est, c'est-à-dire qu'ils plongent vers la grande Cordillère dans un sens précisément opposé à celui des couches qui se relèvent sur les flancs de cette dernière chaîne. Au contact des deux terrains on trouve, près d'Andacollo, un troisième terrain à peu près indéfinissable qui se rencontre fréquemment au Chili, toujours dans la même situation géologique, et dont l'étendue est peu considérable comparativement à celle des deux terrains principaux. Ce terrain intermédiaire se compose de roches d'une nature chimique et de couleurs excessivement variables, profondément décomposées, souvent même entièrement désagrégées et sans aucune trace de stratification partout où il m'a été donné de le voir. M. Domeyko a cherché en vain à déterminer son origine; pour moi, sans avoir la prétention de trancher la difficulté, je suis porté à y trouver le résultat du refroidissement brusque des roches de soulèvement au contact des couches soulevées. Quoi qu'il en soit, le sol entier du plateau d'Andacollo renferme, à des profondeurs diverses, des espèces de bancs aurifères, ou, pour mieux dire, des amas très-irréguliers d'où l'on retire l'or par le lavage. La quantité énorme de trous et de petits puits d'exploitation disséminés autour du village d'Andacollo, sur tous les points où la richesse des terres a pu couvrir les frais du lavage, et dont la position est absolument indépendante de la configuration du sol (car un grand nombre de ces puits sont situés sur la partie la plus élevée des petites ondulations qui occidentent le plateau), indiquent suffisamment un phénomène analogue à celui que présentent les granites décomposés des environs de Valparaiso.

Cependant, comme les montagnes granitiques

qui s'élèvent un peu au-dessus du plateau d'Andacollo renferment d'innombrables mines d'or, aujourd'hui presque toutes abandonnées, si l'on voulait attribuer à ces mines la présence de l'or dans le sol du plateau, c'est dans le fait suivant, qu'on peut chercher une explication des faits observés.

L'une de ces mines, au lieu de se présenter sous la forme d'un filon plus ou moins constant dans ses allures, mais toujours circonscrit entre des limites assez étroites, consiste en une multitude de petits amas de pyrite jaune, qui pénètrent la roche de la manière la plus régulière, s'y ramifient dans tous les sens, et constituent un amas d'une assez grande dimension. L'or est réparti très-inégalement; certains points sont très-riches, dans d'autres il manque absolument, mais il est toujours associé à la pyrite, et ne se rencontre pas isolé au milieu de la roche. Supposons une pénétration semblable sur une échelle beaucoup plus vaste, puis la décomposition de la pyrite s'effectuant simultanément avec celle de la roche ignée dont elle a accompagné l'éruption, et la présence de l'or et de l'oxyde de fer dans le sol d'Andacollo et dans celui de Valparaiso, qui doivent à cette dernière substance la variété de couleur qui les distingue, me paraît expliquée d'une manière satisfaisante.

L'or a-t-il, au contraire, accompagné l'éruption du granite, et se trouve-t-il inégalement disséminé dans tous ceux du Chili, comme un certain nombre de faits sembleraient le prouver, au moins pour les granites de la côte? Et la pyrite qui se rencontre dans tous les filons aurifères se seraitelle injectée au milieu de la roche, tantôt sous la

forme de filons, tantôt sous celle d'amas irréguliers, mais toujours postérieurement à l'apparitiou de celle-ci ? C'est une question qu'il est assez difficile de décider ; mais s'il est vrai qu'on trouve de l'or près de Coquimbo, par exemple, dans des argiles blanches entièrement dépourvues d'oxyde de fer, qui proviennent de la décomposition des granites qui bordent la côte, et dont l'altération n'est que superficielle, loin de toute mine d'or, par conséquent dans une position qui ne permet pas d'attribuer la présence de ce métal à la même cause que celle que je viens de proposer pour Valparaiso, il est permis de croire que, dans cette dernière localité, où les argiles contiennent une grande quantité d'oxyde de fer que forment d'innombrables taches rouges de toutes les dimensions au milieu d'argiles jaunâtres ou presque blanches, il a dû se passer quelque chose d'analogue à ce que j'ai observé à Andacollo.

Filons cuivreux. Les montagnes granitiques de la côte sont aussi fréquemment traversées par des filons cuivreux, quelquefois d'une puissance considérable. La pyrite cuivreuse seule ou associée aux deux variétés de pyrite de fer, et le cuivre panaché sont les minerais qui se rencontrent le plus ordinairement dans ces filons : rarement on y trouve de la galène ou de la blende, et je n'y ai jamais vu de cuivre gris. Le cuivre natif, oxydulé, l'oxychlorure, l'oxysulfure, le carbonate vert et des silicates anhydres ou hydratés, des nuances les plus diverses, y sont aussi très-abondants, surtout à la partie supérieure des filons. Les silicates tapissent quelquefois les salbandes sur une étendue considérable, et pénètrent à une grande distance dans la

roche encaissante qu'ils colorent inégalement en bleu ou en vert.

Les filons de cuivre sont répartis très-irrégulièrement dans la chaîne granitique, et le nombre des filons connus est immense; malheureusement leur richesse est aussi très-variable, et, dans certaines localités, j'ai été surpris de rencontrer presqu'à chaque pas des cavités peu profondes dont les déblais verdâtres indiquent la présence du cuivre, mais en quantité insuffisante pour couvrir les frais d'exploitation et de traitement. Quelquefois l'éruption des matières métalliques paraît s'être concentrée autour d'un point principal; de nombreux filons, parallèles ou se croisant sous différentes directions, se sont frayé un chemin à travers les roches ignées et traversent de part en part une montagne entière; dans certains points leur puissance augmente tout à coup, et ils se transforment en véritables amas de plusieurs mètres d'épaisseur, où la richesse du minerai est généralement plus considérable que dans les parties étroites du filon. C'est ainsi qu'à Tamaya, près de Coquimbo, dans une des nombreuses mines ouvertes de tous côtés sur les flancs de cette montagne qui domine toute la chaîne sur un rayon de plusieurs lieues, le filon exploité jusqu'à une profondeur de plus de 200 mètres, acquit vers ce niveau, dans le courant de l'année dernière, une puissance de 2 à 3 mètres, et a fourni presque constamment depuis lors de 150 à 200 quintaux par jour d'un minerai dont la teneur est rarement inférieure à 50 p. 100 et atteint jusqu'à 75. Tandis que les filons isolés sont inégalement répartis au milieu des masses granitiques de la côte, et paraissent se rencontrer indifféremment à toutes les hauteurs, les centres dont je

viens de parler, où les filons sont plus rapprochés, plus nombreux et presque toujours plus riches, sont situés à la partie supérieure de certaines montagnes qui dominent les chaînes voisines, et il semble que la force qui a produit l'injection des matières métalliques a suivi les mêmes proportions que celle qui a soulevé ces énormes masses ignées. Le cerro de *Tamaya* et celui d'*Andacollo* au Sud de Coquimbo, ceux de la *Higuera* et de *San Juan* au Nord de la même ville, et celui de *Carresal* au Nord du Huasco, sont des exemples de ce fait remarquable. Les mines de cuivre qui se rencontrent dans le terrain stratifié et quelques-unes des principales mines d'argent du Chili sont aussi dans ce cas. Le *cerro* de *Catemo*, dont je parlerai bientôt avec quelques détails, celui d'*Arqueros*, celui de *San Pedro Nolasco*, dans la cordillère de Santiago, sans dominer toute la chaîne à laquelle ils appartiennent, sont situés du moins dans les parties culminantes de cette chaîne.

Diversité des roches qui constituent le soulèvement granitique de la côte.

Le granite proprement dit est loin de constituer exclusivement la masse des montagnes de la côte; le gneiss, l'eurite, la diorite et d'autres roches amphiboliques de l'apparence la plus variée, des porphyres de toutes les nuances qui empâtent des cristaux de feldspath quelquefois très-volumineux, des roches compactes, noires, vertes, rougeâtres, souvent indéfinissables, rubanées et plissées, contournées dans tous les sens, traversées par d'innombrables petits filons de quartz blanc, de véritables schistes micacés à surfaces ondulées comme ceux de la pointe de *Tumbès* près de Concepcion, d'autres schistes où le mica disparaît, et qui rappellent tout à fait, sans toutefois se laisser cliver aussi facilement, les schistes ardoisiers des envi-

rons d'Angers, enfin de véritables brèches porphyriques, telles sont les roches qui se succèdent et se confondent insensiblement en passant par les modifications les plus variées. Les observations particulières de M. Domeyko et les idées qu'a émises M. Durocher sur la cristallisation des roches d'origine ignée permettent d'expliquer, dans le plus grand nombre de cas, cette prodigieuse variété dans la nature des roches par les circonstances locales de leur apparition au jour et de leur refroidissement, leur état plus ou moins pâteux, la répartition inégale des éléments divers qui entrent dans leur composition. Cependant, il me paraît difficile d'admettre que sur une longueur de cinq ou six cents lieues et sur une largeur ignorée, (puisque les montagnes de la côte s'enfoncent rapidement sous l'Océan), mais qui dépasse du moins quinze lieues, les matières ignées, fondues ou pâteuses, se soient ouvert un passage à travers la croûte solide, stratifiée ou non, qui les recouvrait, sans empâter et modifier sans doute profondément, peut-être même refondre quelquefois tout à fait, d'énormes fragments de cette croûte. C'est surtout en examinant la nature des roches qui supportent le terrain à lignites dont je donnerai plus tard la description, roches qui sont en quelques points entièrement compactes et schisteuses et ne présentent aucune trace de fusion, que je suis porté à admettre cette distinction, tout en reconnaissant l'extrême difficulté, sinon l'impossibilité complète, de fixer précisément les limites de la roche modifiée et de la roche éruptive. La présence dans cette même localité de masses considérables d'une véritable brèche où se trouvent empâtés dans un ciment compacte des fragments anguleux de

quartz, de porphyre et de schistes m'a confirmé davantage dans cette manière de voir ; et c'est pour cette raison que, dans le croquis ci-joint (*Pl. IV*) de la carte géologique du terrain carbonifère, j'ai distingué les roches métamorphisées du granite et du gneiss, mais sans prétendre rien préjuger sur l'âge relatif et la nature primitive des roches, que j'appelle métamorphiques uniquement parce qu'il m'a semblé évident qu'elles n'avaient pas dû éprouver une fusion complète.

Soulèvements granitiques de l'intérieur. Au milieu des terrains stratifiés redressés, dont je parlerai tout à l'heure, le granite et d'autres roches ignées reparaissent fréquemment, tantôt au-dessous de ces terrains et leur servant de support, tantôt formant des chaînes entières d'une étendue considérable et dont la direction est sensiblement parallèle à celle de la grande Cordillère, à la cime desquelles il se montre encore vers la ligne de partage des eaux. Les roches soulevantes, quoique très-variées encore, le sont cependant moins que celles qui composent la chaîne littorale ; le granite proprement dit, partout où il m'a été permis de l'observer, en forme la masse principale ; les phénomènes de décomposition qui, surtout vers le Sud, se présentent sur une immense étendue en surface et en profondeur dans les granites de la côte, sont beaucoup plus superficiels. Cette circonstance, jointe aux formes généralement effacées et arrondies des montagnes de la côte, m'avait porté à croire que le soulèvement qui a produit la grande chaîne des Andes devait être postérieur à celui qui a formé les premières. Cependant, comme je n'ai pas eu occasion d'observer le granite de l'intérieur à la latitude de Concepcion afin de le comparer à celui qui avoi-

sine cette dernière ville, et que l'opinion de M. Domeyko est directement opposée à la mienne, je ne ne m'arrêterai pas davantage sur cette idée, me réservant d'étudier plus complétement à Copiapó, où je vais incessamment résider, les alternances successives du granite et du terrain stratifié, afin d'appuyer sur des faits la conviction où j'ai été amené, par mes courses toujours trop rapides dans l'intérieur du Chili, que ce pays a dû être, à des époques géologiques distinctes, le théâtre de bouleversements nombreux, dont les deux plus faciles à saisir dans leur ensemble forment la chaîne des Andes et celle qui borde la mer; et par leur immensité même masquent les bouleversements accessoires dont les nombreux filons qui se coupent et se rejettent si fréquemment sont des traces évidentes.

Du reste, les granites qui percent le terrain stratifié renferment les mêmes filons cuivreux et aurifères que ceux de la côte, et c'est sans doute au transport des matières qui composaient ces derniers qu'il faut attribuer la formation de certains lavaderos importants qui se rencontrent en quelques points au pied de la grande Cordillère. Je vais donner ici la description succincte d'un de ces lavaderos situé en face de la petite ville de Chillan, à une centaine de lieues au Sud de Santiago.

Lavaderos des Ranchillos dans la cordillère de Chillan.

La grande plaine centrale qui s'étend sans interruption depuis Santiago jusqu'à Valdivia et s'abaisse vers la mer par une pente insensible, présente à la latitude de Chillan une largeur d'à peu près 20 lieues. En quittant cette dernière ville et se dirigeant à l'Est on arrive, après avoir fait une dixaine de lieues, au pied de la grande chaîne

des Andes, et l'on monte par une pente assez douce au milieu d'épaisses forêts qui masquent totalement la nature du sol, lequel paraît d'ailleurs décomposé sur une profondeur considérable. Après avoir monté pendant 3 ou 4 lieues on parvient aux lavaderos. Leur dimension est considérable; ils s'étendent sur une longueur de plus de 2 lieues et occupent toute une croupe peu inclinée, bordée à droite et à gauche par deux ravins d'une faible profondeur qui se rapprochent insensiblement l'un de l'autre en remontant vers la Cordillère et viennent aboutir dans la direction opposée à un troisième ravin transversal qui descend du Sud vers le Nord. La largeur de la croupe à son pied m'a paru être de 7 à 800 mètres, elle diminue ensuite peu à peu en remontant, à mesure que les deux ravins se rapprochent. Toute cette croupe jusqu'à une profondeur encore inconnue est entièrement composée d'un terrain de transport, et je n'ai pu trouver nulle part la roche de la montagne en place. A la partie supérieure on remarque deux ou trois couches argileuses de 40 à 50 centimètres d'épaisseur, d'une couleur alternativement rouge et jaune. Plus bas, les détritus en couches irrégulières renferment de nombreux fragments de roche, décomposés plus ou moins profondément. Ces fragments sont pour la plupart formés d'une roche verdâtre, semi-cristalline, très-dure, qui se trouve au centre, tandis que la surface décomposée consiste en une argile jaunâtre, excessivement douce et légère. On trouve d'autres fragments totalement décomposés et remarquables par cette même légèreté qui présentent encore l'aspect du granite, d'autres enfin d'une structure amygdaloïde et porphyrique mal-

gré leur décomposition complète. Il est donc évident que ces fragments amenés par les eaux des points plus élevés de la Cordillère se sont ensuite, et sans doute avec une excessive lenteur, transformés en argile sur la place même où ils ont été déposés. L'or est distribué au milieu de ces déblais de la manière la plus irrégulière, et les *mantos* (les ouvriers désignent ainsi les parties plus ou moins étendues où l'or est assez abondant pour couvrir les frais de lavage) se rencontrent indifféremment à la partie supérieure ou à une profondeur qui atteint jusqu'à 12 mètres. Ces mantos sont composés d'une argile très-fine, jaunâtre, mêlée avec un sable noir emporté par le lavage et relavé ensuite par des femmes qui en extrayent un or en poudre très-fine et d'un titre fort élevé. On y trouve fréquemment des petits *cailloux* entièrement criblés d'or, quelquefois *même* des pierres assez volumineuses et des pépites du poids de plusieurs livres.

1 gramme d'or pris sur une pépite qui pesait 8 grammes, et analysé par l'eau régale et l'acide oxalique, m'a donné :

Argent.	0,1789	Au^5Ag.
Or.	0,8211	

Je n'ai obtenu aucune trace de fer ni de cuivre.

La richesse de ces lavaderos, à en juger par leur étendue, dont une très-faible partie seulement est exploitée, et occupe cependant durant l'hiver, où les eaux sont alors assez abondantes, près de quinze cents travailleurs, doit être considérable. Je m'y trouvai pendant l'été, les deux ravins laté-

raux étaient presqu'à sec, et l'exploitation à peu près abandonnée.

Terrain stratifié antérieur aux soulèvements granitiques.

Ce terrain stratifié, dont M. Domeyko a donné la description générale, se relève sur les flancs des Andes, dont il forme les crêtes les plus élevées. Depuis Copiapó jusqu'à 12 lieues au Nord de Santiago, il se trouve aussi en contact avec le soulèvement granitique de la côte, et ses couches plongent alors en sens inverse, c'est-à-dire de l'Ouest à l'Est; en outre, il est fréquemment percé et relevé par des masses de granite qui modifient autour d'elles, de toutes manières, la direction, l'inclinaison et la nature minéralogique des couches. A 12 lieues au Nord de Santiago, une chaîne transversale, celle de *Chacabuco*, se dirige de l'Est à l'Ouest, et forme comme une espèce de mur, au pied duquel commence une immense vallée parallèle à la Cordillère, et dans laquelle sont situées la plus grande partie des villes importantes du Chili. Cette vallée, dont l'élévation au-dessus du niveau de la mer à Santiago est de 558 mètres, et la largeur moyenne de 7 à 8 lieues, se rétrécit considérablement à 15 lieues plus au Sud, se transforme en une espèce de défilé de quelques mètres de section, puis s'élargit de nouveau jusqu'à Rancagua; au Sud de cette dernière ville elle se rétrécit encore, mais beaucoup moins, et enfin, à une trentaine de lieues de distance, au village de Curicó, elle atteint une largeur moyenne de 12 à 15 lieues, qu'elle conserve jusqu'à la latitude de Concepcion. Au Sud de cette dernière ville, qui s'en trouve séparée par la chaîne de la côte, elle continue encore à descendre vers la mer, dont elle se rapproche insensiblement, en même temps que la largeur de cette chaîne devient de

plus en plus faible. Enfin elle aboutit à la mer près de Valdivia, et cette même chaîne y disparaît entièrement. Probablemont elle reparaît plus au Sud, où elle donne naissance aux innombrables îles qui forment l'archipel de Chiloë.

Quant à la chaîne des Andes, son niveau s'abaisse progressivement avec celui de la vallée; elle se rapproche peu à peu de la mer, s'y joint tout à fait au Sud de Chiloë, et forme, à l'extrême pointe de l'Amérique, le cap Horn et les îles nombreuses de la terre de Feu.

Les terrains stratifiés qui se relèvent en certains points sur le flanc occidental de la vallée de Santiago, et plongent de l'Ouest à l'Est, disparaissent complétement au Sud de Rancagua, et alors les deux soulèvements, celui de la côte et celui de la grande Cordillère, deviennent parfaitement distincts l'un de l'autre, et sont bien nettement séparés par la vallée que je viens de décrire, jusqu'au point où le premier disparaît dans la mer; mais il est probable que la même disposition continue, et le canal irrégulier qui sépare l'archipel de Chiloë de la côte, remplace la grande vallée parallèle, ou, pour mieux dire, ne fait que la recouvrir.

Cette disposition géologique remarquable représente assez exactement ce qui se passerait si le golfe et la presqu'île de Californie, et la terre-ferme orientale étaient lentement soulevés en commençant par le Nord, et que le fond du golfe fût successivement mis à sec jusqu'à son embouchure. On aurait ainsi une grande vallée de plusieurs centaines de lieues, bordée à l'Ouest par une chaîne de montagnes assez large qui viendrait se perdre sous l'Océan à l'embouchure du golfe transformé

en vallée, et à l'Est par une chaîne intérieure disposée par rapport à la vallée comme celle des Andes par rapport à la vallée de Santiago.

Couches qui composent le terrain stratifié.

La masse principale de ce terrain se compose de porphyres métamorphiques rouges, verdâtres ou nuancés diversement. Quelquefois le porphyre est entièrement métamorphisé; il contient alors des cristaux de feldspath bien formés, et paraît avoir été entièrement refondu sur place. D'autres fois, il se désagrége facilement, prend une structure amygdaloïde, un aspect terreux, et semble n'avoir subi qu'une transformation incomplète. Dans certains cas enfin la nature de la roche devient à peu près indéfinissable, et cela a toujours lieu au contact des filons nombreux qui la traversent. Des assises puissantes de quartz compacte, rougeâtre nuancé confusément de blanc, de jaune et de violet, alternent en certains points avec les porphyres. Enfin on y trouve aussi des bancs calcaires, quelquefois fossilifères, décrits avec détail par M. Domeyko.

Les inflexions de ces couches sont si irrégulières et si variées, leurs passages de l'une à l'autre et leurs transformations si fréquentes, qu'il est excessivement difficile de les suivre sur une certaine étendue. J'ai cependant fait une fois un essai qui m'a réussi, mais je n'oserais pas décider qu'il fût parfaitement concluant. Le chaînon transversal de Chacabuco, au pied duquel commence la grande vallée intérieure du Chili, se compose de porphyres stratifiés. En franchissant ce chaînon pour me rendre dans la vallée de l'Aconcagua, j'observai vers le pied de la côte de Chacabuco, du côté qui regarde le Sud, des porphyres rouges à pâte semi-cristalline qui renfermaient une grande quantité

de petites veines et de nodules de zéolites (stilbite et mézotype). Un peu plus haut, les zéolites disparurent et je les cherchai vainement du côté de la chaîne qui regarde le Nord. A mon retour, je traversai exprès cette même chaîne, mais à 5 ou 6 lieues plus à l'Ouest, en un point nommé la côte du *Maiten*, et en descendant du côté du Sud je retrouvai les mêmes zéolites dans un porphyre à peu près semblable et à une hauteur que le baromètre, dans les limites de ses variations, qui pendant l'été sont peu considérables, m'indiqua être sensiblement la même que celle des zéolites de Chacabuco. Pour rendre évidente la continuité de la couche, il eût fallu la retrouver au moins sur plusieurs points intermédiaires entre ces deux observations, mais la disposition du terrain s'y opposait à peu près complétement.

Filons métalliques du terrain stratifié.

Outre les nombreux filons porphyriques et quartzeux qui sillonnent le terrain stratifié dans toutes les directions, et que les mineurs du pays désignent sous le nom de *veines folles*, filons dont la puissance est souvent considérable, et qui, vus des montagnes voisines, ressemblent quelquefois assez bien à d'immenses rubans tortueux de plusieurs lieues de longueur, jetés comme une écharpe sur le flanc d'une chaîne dont ils suivent les ondulations; ce terrain renferme une immense quantité de filons métallifères qui sont généralement beaucoup moins réguliers dans leurs allures et moins puissants que les premiers.

M. Domeyko a remarqué depuis longtemps une loi qu'il considère comme générale et qui se vérifie, en effet, presque toujours dans la distribution des filons métalliques par rapport aux terrains qu'ils traversent. Ainsi, tandis que l'or, et le cui-

vre exempt d'arsenic, d'antimoine et d'argent, abondent dans le terrain granitique, toutes les mines d'argent, quelles que soient les substances auxquelles ce métal est mêlé ou combiné, appartiennent au terrain stratifié, les nombreuses mines de cuivre de ce même terrain sont très-fréquemment argentifères; les cuivres gris, la galène y sont associés au cuivre panaché et à la pyrite cuivreuse, ou forment exclusivement des filons importants.

A cette loi, séduisante par sa simplicité, et de laquelle il était permis de croire qu'un examen plus attentif conduirait à déduire des conséquences importantes pour la théorie des filons, se sont cependant présentées deux exceptions, que j'ai eu l'occasion d'observer pendant un voyage que je fis tout récemment dans la province de Copiapó. Les mines de *Pampa-Larga* et celles de *Garin*, situées toutes deux au Nord de la vallée de Copiapó, se trouvent au milieu de roches de soulèvement, qui dans certains points passent en granite le mieux défini.

Mines de Pampa-Larga.

En quittant la vallée de Copiapó, à une dizaine de lieues à l'Est de cette dernière ville, pour entrer dans la quebrada (1) de *Pampa-Larga*, qui remonte vers la Cordillère dans une direction S.O.-N.E., on voit bientôt le terrain stratifié se transformer en un porphyre verdâtre à gros cris-

(1) On désigne sous le nom de *Quebrada* les fentes naturelles et les petites vallées ou ravins qui séparent deux chaînes de montagnes ou deux croupes accessoires de la même montagne; le fond des quebradas est ordinairement rempli de galets souvent très-gros et d'alluvions modernes creusées et remaniées plus ou moins profondément par les courants d'eau, permanents ou intermittents, qui descen-

taux de feldspath blanc, la stratification devient confuse, disparaît même entièrement, et, à deux lieues plus loin, en pénétrant dans une quebrada latérale dirigée vers l'Est, on se trouve au milieu du granite. Sur le flanc septentrional de cette quebrada d'énormes masses de feldspath sont enclavées dans le granite, et présentent une disposition tout à fait particulière : elles sont formées de sphères de 60 à 80 centimètres de diamètre. A partir du centre de ces sphères jusqu'à la surface la roche se divise suivant une multitude de rayons divergents, et les fragments compactes offrent la même structure radiée. Les sphères ne sont pas isolées les unes des autres; elles se pénètrent au contraire mutuellement, et il est facile d'obtenir un échantillon qui appartienne à deux sphères contiguës; la structure fibreuse est alors double sur le même échantillon, et les points de rencontre des fibres forment un plan assez net. L'aspect de cette roche ayant porté M. Domeyko à croire que c'était de la pétalite et ne me trouvant plus alors en possession du laboratoire de Santiago, je lui ai cédé les deux échantillons que j'avais apportés, pour qu'il pût y rechercher la lithine. A peu de distance de ces masses globulaires, et à une faible élévation au-dessus du niveau de la quebrada, se trouve le filon de Pampa-Larga, qui s'est fait jour à travers des masses de feldspath compacte trans-

---

dent des points les plus élevés et doivent naissance à la fonte des neiges ou aux pluies d'hiver. Dans le Nord, certaines quebradas ont une grande largeur, et la puissance de l'alluvion qui les remplit, les blocs énormes qui se trouvent au milieu de cette alluvion, indiquent que l'action des eaux a dû être autrefois, dans ces localités, beaucoup plus intense qu'elle ne l'est aujourd'hui.

formé sur une grande étendue, dans quelques parties de la mine et à la surface, en kaolin très-pur et très-blanc. Les parties supérieures du filon ont donné du minerai chloruré et quelquefois de l'argent natif; mais dans les parties actuellement en exploitation à une certaine distance de la surface la masse entière du filon se compose d'arsenic natif compacte, testacé, au milieu duquel se trouvent accidentellement du sulfure d'antimoine, du réalgar et de l'arsénio-sulfure d'argent quelquefois en très-beaux cristaux d'une transparence parfaite; on y rencontre aussi de la pyrite arsenicale et du spath calcaire cristallisé. Le réalgar exposé à l'air depuis un certain temps présente un phénomène particulier; il devient entièrement jaune à la surface, et pourrait se confondre avec l'orpiment; mais il suffit de casser l'échantillon, ou même de gratter légèrement la surface, pour faire reparaître la couleur rouge.

Mines de Garin

A peu de distance à l'Est de Copiapó vient aboutir, dans la vallée, la quebrada du *Paypote*, dont la largeur à son embouchure est considérable, et qui se dirige au N.-E. et à l'E.-N.-E., en remontant par une pente assez rapide vers la Cordillère, où elle se termine à peu de distance du fameux *Cerro del azufre* et de lacs salés dont on montre à Copiapó des concrétions assez remarquables. Après avoir suivi cette quebrada pendant 7 à 8 lieues sans cesser de voir à droite et à gauche le terrain stratifié, on entre dans une quebrada secondaire, dirigée presqu'à l'Est, et au bout de 4 à 5 lieues on arrive aux *mines de Garin*. Les filons sont assez nombreux, d'une grande largeur et réguliers dans leurs allures, et ils occupent un espace considérable, car les deux mines les plus éloignées

sont distantes d'une lieue au moins : la différence entre leurs niveaux respectifs m'a paru dépasser 400 mètres.

La nature du terrain cesse d'être distincte à près de 2 lieues de la première mine que l'on rencontre. Les porphyres verts stratifiés disparaissent, le relief des montagnes s'arrondit, la roche est désagrégée et divisée en petits fragments angulaires, noirâtres ou rougeâtres, compactes, et dont la constitution minéralogique est à peu près indéfinissable. Au contact des filons où l'exploitation a mis au jour des masses de déblais assez considérables, la même difficulté se présente et la roche devient plus indéfinissable encore; mais en s'approchant de la partie culminante de la montagne qui renferme les filons, la roche prend des caractères plus tranchés et se transforme en une espèce d'*eurite* qui se divise en fragments.

C'est au milieu de cette masse feldspathique que se trouve, près de la partie supérieure, un des filons les plus riches. Enfin, à deux ou trois lieues au Sud de Garin, j'ai eu occasion d'examiner, au sommet d'une montagne assez élevée, un filon récemment découvert dont les minerais sont entièrement analogues à ceux de Garin. Au-dessous de ce filon, dans une quebrada qui descend rapidement vers le pied de la montagne, on retrouve les mêmes masses euritiques qui plus bas passent au granite.

Malgré toute la difficulté qu'on éprouve à se bien rendre compte de la position relative de certaines mines auxquelles on ne parvient qu'après de nombreux détours, et qui sont séparées les unes des autres par de nombreuses chaînes dont les directions sont excessivement variables, je suis porté à

croire que les filons de Pampa-Larga, ceux de Garin et le filon intermédiaire dont je viens de parler, sont situés dans un même soulèvement granitique qui s'étend du Nord au Sud, depuis Pampa-Larga jusqu'à Garin, sur une longueur d'au moins 10 lieues, et constitue par rapport aux mines d'argent du Chili un gisement tout à fait exceptionnel, et qui mérite par cela même un examen spécial. Pendant mon séjour à Copiapó, je me propose de fixer exactement la position de ces mines par des observations de longitude et de latitude, et de chercher à suivre le soulèvement granitique depuis Pampa-Larga, en remontant vers le Nord du côté de Garin.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette dernière localité, c'est l'innombrable quantité de filons dont on peut suivre les affleurements sur une assez grande longueur, et qui tous contiennent de l'argent.

Trois de ces filons seulement sont actuellement exploités, mais il est probable que cette localité deviendra promptement importante, sinon par la richesse, du moins par la quantité des minerais qu'elle peut produire.

Ces minerais sont de la nature la plus variée : ayant abandonné le laboratoire de Santiago très-peu de temps après mon retour de Copiapó, il m'a été impossible d'en faire un examen sérieux. Ce qu'ils présentent de plus singulier c'est que leur richesse échappe souvent à l'œil exercé des ouvriers mineurs chargés du cassage et du triage, et j'ai trouvé dans les déblais quelques échantillons rejetés comme pauvres qui m'ont donné à l'essai jusqu'à 3 1/2 p. 100 d'argent. On y trouve du chlorure et du chlorobromure d'argent, de l'argent

natif en particules excessivement fines que le lavage fait découvrir avec difficulté, du sulfure d'argent; enfin, suivant l'opinion de M. Darlu, de l'arsénio-sulfure d'argent intimement mêlé à du quartz compacte, auquel il donne une couleur rougeâtre; je n'ai pas pu vérifier ce fait directement, mais je suis porté à le considérer comme exact, attendu la teneur élevée de certains minerais dans lesquels une forte loupe ne montre que de très-petits grains disséminés de chlorure d'argent. La gangue de ces minerais se compose principalement d'oxydes de fer anhydre et hydraté, et de ce quartz compacte que j'ai cité plus haut : comme minéraux associés, on y remarque du quartz hyalin dans de petites géodes, du carbonate de chaux, de la galène, du carbonate et probablement du sulfate de plomb, et enfin des carbonates et des silicates de cuivre. Presque toujours les minerais de Garin contiennent aussi de l'or en quantité suffisante pour que le bouton d'argent provenant d'un essai sur 10 ou 15 grammes laisse dans l'acide nitrique un résidu visible.

Pour terminer mes observations personnelles sur les filons argentifères, je dirai ici quelques mots de ceux de Catemo, dont j'adresse à l'École des mines certains échantillons remarquables par leur grande richesse.

Filons cuivreux et argentifères de Catemo.

La petite vallée de Catemo vient aboutir au flanc occidental d'une longue vallée sinueuse qui commence dans la province de l'Aconcagua, et après un parcours de 25 à 30 lieues se termine à la mer en face de la ville de Quillota. En traversant cette vallée de l'Est à l'Ouest, à 7 ou 8 lieues de son origine et en suivant les bords du côté occidental, on marche pendant 3 ou 4 lieues sur le

granite, qui là sert de support aux terrains stratifiés; il disparaît ensuite sous ces derniers, et bientôt on entre dans la vallée, ou plutôt dans la quebrada de Catemo, qui remonte vers le N.-O. pendant l'espace de 3 lieues; on commence alors à gravir une montagne très-escarpée dont je n'ai pu déterminer la hauteur faute de baromètre, et l'on parvient enfin à un plateau fort élevé, de 3 à 4 lieues de longueur, à l'extrémité duquel se trouvent les mines de cuivre argentifère dont je veux parler. A l'entrée de ce plateau on remarque une mine de cuivre assez importante, disposée en amas à la surface du sol, et dont l'exploitation a donné naissance à une excavation considérable. Cette mine, connue sous le nom du *Manto* (1), renferme une assez grande variété de minerai, tels que sulfure de cuivre excessivement éclatant, cuivre panaché, pyrite cuivreuse irrégulièrement disséminée en petites veinules au milieu d'un porphyre verdâtre, semi-compacte, quelquefois amygdaloïde, et traversé par des veinules de spath calcaire.

A une lieue plus loin on remarque quelques mines abandonnées dont les déblais renferment une grande quantité de sulfate de baryte lamellaire.

Enfin, à l'extrémité N.-O. du plateau, après avoir gravi une petite éminence, on arrive aux mines principales. Celles-ci sont presque toutes situées sur un même filon sensiblement dirigé du S.-S.-E. au N.-N.-O. et plongeant rapidement au

(1) Les mineurs du pays appellent *mantos* tous les gîtes métalliques qui ne se présentent pas sous la forme de filons sensiblement inclinés.

N.-N.-E. La *fig.* 1, *Pl. III*, indique la disposition des mines et l'affleurement du filon.

La mine de la *Fortuna* est la plus abondante de toutes; quelques-uns des nombreux petits filons croiseurs qui traversent et rejettent quelquefois le filon principal ont donné du sulfure de cuivre contenant 4, 5 et 6 p. 100 d'argent; dans le filon principal, on a trouvé des échantillons qui renfermaient jusqu'à 50 p. 100 d'argent, et l'un de ceux que j'envoie, qui pèse plus de 2 livres, contient 22 p. 100. Le sulfure d'argent, isomorphe avec celui de cuivre, est mélangé avec lui dans les proportions les plus variables. Le cuivre panaché, la pyrite cuivreuse et la galène sont associées à ces deux sulfures. La teneur moyenne des minerais dépasse rarement 0,004. A la mine de *San Jose*, ayant trouvé dans le minerai récemment extrait des échantillons de sulfure de cuivre qui contenaient de l'argent natif en lamelles et en filaments parfaitement visibles, je supposai d'abord que le sulfure de cuivre serait associé à beaucoup de sulfure d'argent; mais, à mon grand étonnement, l'essai ne me donna que 0,0035, et, ayant séparé autant que possible l'argent natif, je n'obtins plus qu'une proportion insignifiante, et je dus me convaincre que le sulfure de cuivre était absolument pur. La mine de la *Cortadera* placée à l'extrémité du filon, à la partie supérieure d'une quebrada qui descend très-rapidement vers le N. O., ne produisait plus que des quantités insignifiantes de minerai cuivreux, mais on venait de trouver à une profondeur assez considérable quelques pierres contenant du chlorure d'argent. La mine de la *Isla* exploitée de l'autre côté de la quebrada dans un filon différent a été explorée sans succès à plusieurs reprises et

se trouvait abandonnée et remplie d'eau : ayant remarqué à l'entrée de cette mine une masse de sulfure de cuivre violacé de $0^m,15$ à $0^m,20$ de diamètre, j'obtins d'un mineur qu'il m'en détachât quelques fragments; ils se trouvèrent contenir 14 p. 100 d'argent. A un mètre de cet amas, je pris des échantillons d'une petite veine de $0^m,10$ de puissance qui traversait verticalement la roche et se perdait dans un puits rempli d'eau; ils me donnèrent à l'essai 0,039. J'ai appris depuis que la mine de la Isla avait été reprise de nouveau et abandonnée peu de temps après, ce qui tient sans doute autant au peu d'abondance de ces minerais riches, à l'appauvrissement subit et à l'irrégularité des filons, qu'à l'ignorance où sont les mineurs de la teneur des minerais qu'ils extraient et auxquels ils n'attachent d'importance que lorsque l'argent s'y trouve sous une forme visible et connue par eux. La roche du filon se compose en général d'un porphyre très-dur, verdâtre, renfermant de très-petits cristaux, et l'on trouve de gros noyaux de cette gangue au milieu de la partie métallique. La roche encaissante est formée de couches irrégulières d'un porphyre analogue. Enfin, on trouve aux environs des mines de gros blocs de poudingues et même de brèches porphyriques, et une espèce de couche superficielle, très-disloquée, d'un quartzite nuancé de rouge, de noirâtre et de blanc.

On voit par ce qui précède que la richesse et la nature du minerai dans l'étendue d'un même filon sont excessivement variables. Les filons croiseurs ont presque toujours une grande influence sur la puissance et l'enrichissement des filons principaux, et lorsque les mineurs parviennent à ce

qu'ils appellent un *empalme* (la rencontre d'un filon croiseur avec le filon principal), si le filon croiseur est métallifère il arrive presque toujours que le filon principal devient beaucoup plus riche; si au contraire le filon croiseur est composé d'une substance pierreuse, le filon principal est généralement rejeté à une certaine distance ou se trouve considérablement appauvri. A Chañarcillo les filons accessoires produisent encore les mêmes variations; mais on remarque en outre cette circonstance excessivement curieuse que certaines couches calcaires situées à des niveaux bien connus et constants déterminent un accroissement extraordinaire dans la richesse des filons : non-seulement ils se transforment fréquemment, en traversant ces couches, en une véritable masse compacte de chloro-bromure et d'argent natif, mais encore la couche elle-même, jusqu'à une distance des salbandes qui dépasse quelquefois un mètre, est entièrement pénétrée de chlorure ou de chlorobromure et constitue elle-même un minerai fort riche.

Les actions électriques ont-elles ici joué un rôle important et déterminé la concentration des substances métalliques à de certains niveaux plus conducteurs que les autres? C'est un problème qu'il est impossible de résoudre à priori, et, pour admettre cette intervention, il semble aussi qu'il faudrait supposer que les métaux sont des corps composés, et qu'ils se sont quelquefois formés de toutes pièces dans l'intérieur des filons et postérieurement à leur apparition. Quoi qu'il en soit, la distribution des matières métalliques au sein des innombrables filons qui traversent les montagnes du Chili offre des phénomènes excessivement remarquables et dont la connaissance sera sans

doute d'une grande utilité pour cette branche encore bien peu connue de la géologie. Nul pays peut-être au monde ne renferme autant de filons de toute nature que la province de Copiapó, et l'aridité complète des montagnes en facilite singulièrement l'étude. Aussi, pendant le séjour, peut-être assez long, que je vais faire dans cette province, je me propose de m'occuper tout spécialement de cette question; M. Domeyko, qui reste en possession du laboratoire de Santiago, m'a offert de se charger de toutes les analyses que les circonstances ne me permettraient pas d'exécuter complétement, et de réunir ensuite mes observations personnelles à celles déjà nombreuses qu'il a faites lui-même et qu'il aura sans doute encore occasion de faire.

Terrains stratifiés modernes, alluvions contemporains.

A l'exception de la grande vallée de Santiago et d'une immense pleine sablonneuse qui s'étend entre le Huasco et le Copiapó sur une longueur de 40 à 50 lieues et sur une largeur très-variable, les terrains stratifiés en couches horizontales, et par conséquent postérieurs, sinon au soulèvement lent qui a élevé la plaine de Santiago à 550 mètres au-dessus du niveau de la mer, du moins au soulèvement brusque des Andes, sont d'une faible étendue et disséminés le long de la côte. M. Domeyko en a donné une description générale et a déterminé en outre avec beaucoup de précision les petits soulèvements successifs qui ont produit, dans le terrain tertiaire de Coquimbo, trois étages distincts, non point, je crois, par leurs fossiles, mais par leur élévation respective au-dessus du niveau de la mer. Je n'insisterai donc que sur le terrain tertiaire à lignites de Concepcion, dont je vais tout à l'heure donner la description.

En outre, les quebradas sont remplies, surtout vers leur partie inférieure, d'alluvions qui, pour la plupart, sont sans doute contemporaines ou qui s'accroissent du moins tous les jours des déblais transportés des hauteurs voisines par les torrents qui acquièrent pendant l'hiver ou au commencement de l'été pendant la fonte des neiges, une puissance considérable et roulent avec leurs eaux des blocs de pierre de plusieurs mètres cubes. Les torrents principaux qui descendent de la grande Cordillère remanient ces alluvions de mille manières différentes, et se sont creusé quelquefois au milieu d'elles un lit très-profond qui change de place chaque année en donnant lieu à des éboulements considérables. On peut faire à leur égard la même remarque que j'ai déjà faite pour les vastes quebradas des provinces du Nord; c'est que, à en juger par la dimension des ravins au fond desquels ils coulent, par la hauteur de certains escarpements qu'ils ont produits au milieu d'alluvions plus anciennes composées de couches de sable, de marnes et de lits d'énormes galets, de la nature la plus variée, le volume d'eau qui descendait autrefois de la Cordillère et de toutes les chaînes accessoires vers la mer était beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui.

Enfin, à des hauteurs excessivement variables au milieu des montagnes, aussi bien dans le soulèvement granitique que dans les porphyres stratifiés, des cours d'eau plus tranquilles, des petits ruisseaux et des sources ont entraîné avec eux une argile excessivement fine qui se précipite de place en place, et constitue de petites couches souvent très-régulières et des dépôts contemporains qui s'accroissent encore aujourd'hui.

Je n'ai eu qu'une seule fois occasion d'observer un terrain qui m'ait paru d'origine lacustre. Il est situé dans la cordillère de Chillan, à une quinzaine de lieues au Nord des Lavaderos dont j'ai parlé plus haut. En quittant la grande vallée longitudinale, et commençant à gravir les flancs peu escarpés des Andes, on arrive bientôt à une espèce de bassin de 3 ou 4 lieues de longueur, sur une l'argeur moyenne d'une demi-lieue environ, mais du reste assez variable; il est borné à l'Est par la Cordillère, au Nord et à l'Ouest par les ondulations peu élevées que forme cette chaîne avant de se perdre sous la plaine. Au Sud, une gorge très-étroite donne passage au rio Catillo, qui descend par là dans la vallée. Cette petite rivière a formé plusieurs escarpements dans l'alluvion qui remplit le bassin, et voici la coupe d'un de ces escarpements dont les couches étaient sensiblement horizontales.

	mètres.
Terre végétale.	»
Galets.	3 à 4
Tuf marneux.	1
Galets.	6 à 7
Grès désagrégé.	2,50
Argile endurcie rougeâtre..	0,10
Argile verdâtre très-douce.	1,00
Marne d'un blanc grisâtre.	1,00
Niveau de la rivière. . . .	»

Cette coupe, du reste, n'est pas constante; sur d'autres points on trouve les mêmes couches de galets, de grès et d'argile; mais leur épaisseur n'est plus la même, et elles alternent dans un ordre différent. A peu de distance de la roche qui sans doute a donné issue aux eaux du lac, des porphyres verts amygdaloïdes se font jour à travers l'al-

luvion, sans toutefois dépasser son niveau, et du milieu de ces porphyres sortent trois sources d'une eau tiède exhalant une odeur très-prononcée d'hydrogène sulfuré. Ces sources sont peu abondantes et il faut plus d'une demi-heure pour qu'elles remplissent une espèce de bassin de 1ᵐ,30 de long sur 0ᵐ,60 de large et 0ᵐ,60 de profondeur. La température du thermomètre à l'ombre étant de 25°,8 à midi, et de 33°,5 après dix minutes d'exposition au soleil; celle de la chambre qui recouvre deux des sources étant de 24°,5, la température des trois sources s'est trouvée la même et égale à 36°. Des bulles de gaz se dégagent avec l'eau qui sort de la roche à 0ᵐ,50 ou 0ᵐ,60 au-dessous du niveau du sol par de petites fentes longitudinales. On m'a montré à peu de distance de là une autre source dont la température n'était que de 15°,5, et dont l'eau, m'a-t-on assuré, dégage le matin une odeur d'hydrogène sulfuré très-sensible.

Je terminerai ici cette introduction, peut-être un peu longue, mais dans laquelle je désirais exposer ce que mes observations personnelles m'ont appris jusqu'à présent de plus intéressant sur la géologie du Chili envisagée d'une manière purement générale.

TERRAIN A LIGNITES DE CONCEPCION.

Aspect général et formation de ce terrain.

Le terrain tertiaire postérieur au soulèvement brusque des Andes disséminé le long de la côte du Chili, et que l'on trouve à Copiapó (où il consiste en des couches de grès et de sable co-

quiller), puis, en remontant successivement vers le Sud, au Huasco, à Chañaral, aux Choros, à la Yerba Buena, à Coquimbo, à la Cruz de la Ballena, à Valparaiso, existe sans doute sur beaucoup d'autres points, où il remplit de petites anses autrefois submergées; il se retrouve sur la côte, au Nord et au Sud de Concepcion, et renferme dans cette localité quelques couches d'un combustible fossile qu'on doit ranger dans la classe des lignites.

L'étendue visible de ce terrain carbonifère est peu considérable : au premier abord il semble disséminé par lambeaux irréguliers de peu d'étendue, le long de la côte ou à peu de distance de celle-ci, où il forme de petits monticules au milieu d'alluvions très-basses produites les unes par la mer, d'autres par le Bio-Bio et par quelques petites rivières qui descendent des montagnes environnantes. Cependant un examen plus attentif de la disposition de tous ces lambeaux permet de reconnaître qu'ils appartiennent à un dépôt continu dont une grande partie est encore submergée, tandis qu'une autre a été enlevée par l'action des eaux qui ont produit les alluvions qui s'étendent à droite et à gauche du Bio-Bio, depuis la mer jusqu'à trois lieues de l'embouchure de cette rivière. Le fond de la baie de Concepcion est évidemment formé par ce terrain recouvert d'une couche de sable plus ou moins épaisse, et, dans quelques points de la baie, on le voit même reparaître et former quelques récifs découverts pendant la basse marée. Dans la plaine de Hualpen, et aux environs de la ville de Concepcion, il forme de petites collines et des monticules isolés qui s'enfoncent sous l'alluvion et lui servent de support. On peut en dire autant

de la plaine de Coronel, entièrement formée d'un sable blanc très-fin déposé par la mer; à San Pedro, sur le bord de Bio-Bio, on retrouve les couches de grès tertiaire, qui disparaissent très-promptement sous cette alluvion. Enfin, le dépôt plus étendu qui borde au Sud la baie d'Arauco et disparaît sous les sables de la plaine de Laraquete, remplit sans doute le fond de cette même baie et va rejoindre le petit dépôt de Lotilla, qui s'appuie sur les montagnes schisteuses environnantes et descend vers la mer. A Playa Blanca, au milieu des sables de la plage, on voit même à marée basse l'affleurement d'une couche de lignite assez puissante qui plonge vers l'Ouest avec une faible inclinaison et est entièrement recouverte par les eaux : il est en outre assez probable, vu la faible distance qui sépare ces deux bassins, qu'ils se réunissent sous la mer et constituent ainsi un dépôt de près de 25 lieues de longueur, dirigé sensiblement du S.-S.-O. au N.-N.-E., avec une inclinaison générale vers l'Ouest. Des alternatives de soulèvements et d'affaissements ont permis, dans quelques points de ce dépôt, la formation de couches de lignites peu étendues, et les ont recouvertes ensuite de couches d'argile et de grès plus ou moins puissantes : elles ont produit en outre des affaissements partiels et des failles qui interrompent fréquemment la continuité de ces couches. Un affaissement a replongé en grande partie ce terrain sous la mer, et a donné lieu aux érosions qui ont découpé les collines tertiaires de la plaine de Hualpen, et probablement aussi aux alluvions qui recouvrent ce terrain dans les plaines de Hualpen, de Coronel et de Laraquete. Enfin un dernier soulèvement, dont l'action excessivement lente se fait encore sentir

aujourd'hui sur toute la côte du Chili, a mis à sec ces alluvions et une petite partie du terrain tertiaire submergé.

Pendant le grand tremblement de terre qui, en 1835, a détruit de fond en comble la ville de Concepcion, les eaux de la mer se retirèrent d'abord en laissant à sec une grande partie de la baie de Talcahuano, puis elles revinrent promptement sous la forme d'une énorme vague, couvrirent et emportèrent les maisons du port de Talcahuano, et s'étendirent sur presque toute la plaine de Hualpen. Si l'on attribue, comme il est naturel de le faire, aux secousses semblables qui ont sans doute agité le sol du Chili, après le soulèvement des Andes et pendant le dépôt du terrain tertiaire, une énergie supérieure à celle qu'elles offrent actuellement, il est facile de se rendre compte de quelques-uns des phénomènes de dislocation et d'érosion du terrain stratifié.

Description sommaire du terrain non stratifié sur lequel repose le terrain tertiaire.

Avant de donner les coupes de ce dernier terrain et la description des couches qui le composent, je dirai quelques mots des roches qui le supportent. La pointe de Tumbès qui lui sert de limite est entièrement composée de schistes très-variables dans leur structure et leur composition ; ils sont tantôt ondulés, tantôt à divisions planes, et se rapprochent de l'ardoise, mais sans offrir une schistosité aussi parfaite ; leur couleur passe du gris presque noir au rouge et au rouge jaunâtre; leur structure est terreuse, compacte, et d'autres fois très-luisante, surtout quand la schistosité est ondulée, bien qu'on n'y trouve pas de trace de mica ; dans d'autres points le mica se montre en lamelles excessivement ténues. Les plans de séparation de la roche sont sensiblement parallèles et plongent au S.-E., mais il

est impossible d'y reconnaître une véritable stratification : ces plans principaux sont coupés par une infinité d'autres dont les directions sont très-variables ; mais tandis que la roche, dans les premiers, conserve sa couleur, les surfaces produites par les seconds sont généralement plus ou moins jaunâtres et couvertes d'un léger enduit d'hydrate de fer. Enfin une multitude de petits filons de quartz traversent la roche dans tous les sens, et se ramifient de mille manières sans produire au contact aucune altération dans ses caractères.

A la partie septentrionale de l'île de la Quiriquina, et à l'Ouest, en un point qui regarde l'extrémité de la pointe de Tumbès, on retrouve des schistes analogues.

Ces mêmes schistes se montrent encore à la pointe de Loberia, et leur couleur violacée rappelle les schistes ardoisiers d'Angers.

Plus au Nord, à la pointe de Collumo, et en remontant la côte de l'autre côté de la petite baie du même nom, la roche se transforme en un granite bien caractérisé qui sert de support au terrain tertiaire en couches parfaitement horizontales.

Au Sud de la pointe de Loberia, à celle de Parra, on retrouve le même schiste enclavant deux petits lambeaux de terrain tertiaire; en gravissant les montagnes peu élevées qui dominent cette pointe, le schiste prend des couleurs très-variées, une structure porphyroïde, et un peu plus haut passe au gneiss et au granite par des gradations insensibles. A Lirquen enfin, le granite apparaît au bord de la mer, disparaît un certain temps sous des roches de grès carbonifère, et se montre de nouveau en face de Concepcion et dans la plaine voisine où il forme quelques monticules.

A l'embouchure du Bio-Bio, et faisant suite à la pointe de Tumbès, dont elles sont séparées par la baie de San Vicente, on voit des schistes analogues à ceux de Tumbès et qui forment deux montagnes coniques connues sous le nom de Tetas du Bio-Bio. Au pied d'une de ces montagnes, sur le bord de la baie de San Vicente, j'ai remarqué une espèce de brèche à ciment porphyrique empâtant des morceaux de schistes et des galets de porphyre et de quartz blanc. Une brèche analogue se retrouve sur une assez grande étendue, enclavée dans le granite, en remontant le Bio-Bio, à 5 ou 6 lieues à l'Est de Concepcion.

Les montagnes granitiques au pied desquels est bâtie cette dernière ville présentent des phénomènes de décomposition assez remarquables. Dans un point nommé *la Toma*, au pied d'une petite quebrada, à un quart de lieue de la ville, la masse entière de la montagne est décomposée et produit une argile micacée qui sert à fabriquer des briques assez grossières. Comme la décomposition s'est effectuée sur place, et que le kaolin impur qui en est résulté n'a pas été remanié par les eaux, la structure de la roche est encore évidente, et on peut reconnaître qu'elle se composait de feldspath et de mica, de feldspath et d'amphibole, ou des trois substances réunies. L'extraction de l'argile met fréquemment à découvert des plans parfaitement nets d'une couleur brun rougeâtre, et qui avant d'avoir été altérés par l'air ou par le frottement ne sauraient être mieux comparées qu'à l'acajou poli : les surfaces sont doubles et exactement appliquées l'une sur l'autre, et la structure de la roche décomposée est identique de chaque côté des deux plans que je considère comme des

surfaces de glissement dont la formation a été déterminée sans doute par une dislocation violente antérieure à la décomposition. Si maintenant on traverse le Bio-Bio en face de Concepcion, on retrouve, depuis San Pedro jusqu'à la pointe Lavapie, des roches schisteuses qui disparaissent de place en place sous le terrain carbonifère et sous les alluvions, et qui, plus à l'Est, passent au granite. Leur nature est encore très-variée; tantôt ils sont micacés, ondulés, rougeâtres comme au Cerro de Villagran; tantôt argilleux et fendillés dans tous les sens comme à San Pedro.

Terrain carbonifère.

L'épaisseur de ce terrain est encore inconnue; les couches de lignites exploitées en divers points sont situées près de la surface du sol, mais elles reposent sur des couches de grès verdâtre que l'exploitation n'a pas traversées. Une seule tentative de ce genre a été faite au *Moro*, près Talcahuano, par la compagnie anglaise des bateaux à vapeur du Pacifique; un puits a été creusé dans le grès, au-dessous de deux couches de combustible d'assez mauvaise qualité qui affleurent au bord de la mer sur une colline tertiaire de peu d'élévation : il a été poussé jusqu'à 20 ou 25 mètres au-dessous du niveau de la mer, toujours dans le grès; l'extraction des eaux devenant alors très-difficile, le travail fut abandonné. Dans certaines localités, il est vrai, telles que l'île de la Quiriquina, la presqu'île de Collumo, on voit les couches reposer immédiatement sur le schiste ou sur le granite; mais comme ces localités sont situées sur les extrémités du bassin, on ne peut juger par elles de la véritable puissance du terrain.

Des couches d'un grès verdâtre, micacé, très-tendre, à grain plus ou moins fin, constituent

presque exclusivement le terrain tertiaire. Elles inclinent presque toujours à l'Ouest sous un angle qui dépasse rarement 5 ou 6 degrés. Au toit et au mur des assises de lignites on trouve de petites couches d'une argile schisteuse très-douce alternant quelquefois avec des lits minces d'un combustible impur, pyriteux, que les mineurs du pays désignent sous le nom de *carboncillo* (petit charbon), parce qu'il se divise naturellement en très-petits morceaux. Ce carboncillo mêlé parmi les déblais de l'exploitation se divise rapidement et s'enflamme spontanément. Le lignite pur ne présente pas le même danger, il ne renferme pas de pyrites visibles, et j'ai vu à la mine de Lotilla des tas assez considérables de lignite, conservés depuis longtemps sous des hangars, et qui n'avaient pas souffert d'altération notable.

Entre les couches de grès, ou même dans leur intérieur, on remarque fréquemment des noyaux ellipsoïdaux disposés par lits horizontaux, et qui semblent formés par des couches concentriques dont la dureté diminue du centre à l'extérieur. La couleur de ces noyaux et leur structure sont presque toujours identiques avec la couleur et la structure du grès qui constitue le reste de la couche, et il faut alors attribuer leur présence à la concentration du ciment sur quelques points disposés dans des plans parallèles à la stratification. Le grès des noyaux, pas plus que celui de la couche, ne fait effervescence avec les acides.

On trouve en outre, mais dans le voisinage des couches de combustible, de véritables lits de poudingues, quelquefois d'une grande épaisseur, comme à Penco, par exemple, près de l'embouchure de l'Andalienne, où toute la colline tertiaire,

sur une longueur de 200 à 300 mètres, est entièrement formée de ces poudingues, depuis le niveau de l'alluvion jusqu'au sommet. Au Nord et au Sud de cet amas de poudingues, le grès reparaît en couches distinctes et avec ses caractères habituels. Ce conglomérat est composé de galets de toute espèce, grès, schistes, granites, reliés par un ciment de grès passant à l'argile : quelques-uns sont d'un très-gros volume, et tout indique que cette partie du terrain s'est formée et déposée au milieu d'une eau très-agitée. Ailleurs, les couches de poudingues ne renferment que des galets roulés de grès, unis entre eux par un ciment de grès. Enfin, à la pointe septentrionale de la Quiriquina, on trouve un conglomérat analogue à celui de Penco, formé par des galets de schistes noirâtres et de grès, et des fragments anguleux des mêmes roches empâtés par du grès vert : cette espèce de brèche poudingue se trouve à la base du terrain stratifié et s'enfonce sous la mer. Sa puissance visible est considérable, elle est profondément fissurée, et présente un grand nombre de petites cavernes élargies incessamment par les vagues (*fig.* 2). La couche de grès *a* qui affleure dans la mer contient, à la partie supérieure, des fossiles cimentés par un grès vert. La couche coquillère *b* est assez mince; il m'a été impossible d'arriver jusqu'à elle, à cause de la roideur de l'escarpement.

Je vais donner ici quelques-unes des coupes que j'ai recueillies en divers points des terrains stratifiés, en y joignant des détails sur les particularités les plus intéressantes que présentent les couches.

La partie supérieure de l'île de la Quiriquina est

légèrement ondulée, et quand on s'approche des escarpements qui bordent la mer on est arrêté à chaque instant par des quebradas profondes et rapides remplies d'une épaisse végétation. Le sol entier se compose d'un détritus rougeâtre, et, sur plusieurs points du plateau, on trouve des débris de coquilles blanchies semblables à celles qui sont mêlées avec le sable de la grève. Cette circonstance se reproduit sur d'autres points du terrain tertiaire et montre qu'avant d'être soulevé définitivement avec sa configuration actuelle au-dessus du niveau de la mer, il a été plongé tout entier sous les flots pendant une période d'affaissement. Est-ce à cette dernière immersion que sont dns la destruction et l'enlèvement d'une grande partie de ce terrain et les découpures des collines qui s'élèvent de place en place au milieu de la plaine de Hualpen et montrent l'ancienne continuité du terrain stratifié? Est-ce encore à ce même affaissement, qui sans doute a été brusque, et au soulèvement qui suivit, qu'il faut attribuer la plupart des éboulements locaux et des failles que l'on remarque sur les falaises de la Quiriquina et sur les escarpements situés entre la pointe Loberia et la pointe de Parra, ainsi que le plongement général de tout le terrain vers l'Ouest? L'une et l'autre hypothèse me paraissent probables.

Près de l'extrémité méridionale de la Quiriquina, entre la pointe de Tumbès et les falaises désignées par les lettres D D, on remarque un récif de grès vers le milieu du canal; plus près de la falaise, une couche de grès, recouverte par la marée haute, renferme une assez grande quantité de fossiles.

Un peu plus au Sud, on trouve l'affleurement

d'une couche charbonneuse de très-mauvaise qualité, accompagnée de schistes décomposés qui contiennent beaucoup de sous-sulfate de fer. Le charbon est à peu près au pied de la falaise. Près de là les couches de grès sont recouvertes d'efflorescences d'un jaune de soufre, l'eau de mer qui séjourne dans quelques cavités prend une saveur ferrugineuse et laisse en se desséchant de grandes taches de rouille sur les rochers.

Voici une coupe prise plus au Sud encore, en face de Talcahuano.

Terre végétale se confondant plus bas avec le grès.
Grès feuilleté.
Grès ordinaire.
Grès feuilleté.
Grès ordinaire.
Poudingue à galets ronds de grès et de schiste primitif et à ciment de grès.
Grès feuilleté passant à l'argile.
Sable de la plage.

Le contact du terrain stratifié avec le terrain schisteux s'observe parfaitement au point désigné par un A sur la vue générale de la Quiriquina. La *fig.* 4 indique la disposition relative de ces terrains.

Le grès en couches faiblement inclinées est vert, à grains fins; il remplit exactement toutes les inégalités que présente la partie supérieure de la roche schisteuse : celle-ci se trouve traversée de part en part par un filon dioritique, à peu près vertical, de plus d'un mètre d'épaisseur, dont les salbandes sont parfaitement nettes. Le schiste au contact du filon conserve sa couleur et sa structure.

A Collumo, les deux falaises de la petite baie

sensiblement horizontales, s'avance à 200 ou 300 mètres dans la baie, et se trouve recouverte à marée haute. La *fig.* 9 représente l'élévation de cette colline prise du côté de la mer, où elle forme un escarpement presque vertical, tandis que du côté opposé elle s'incline vers la plaine et finit par disparaître sous l'alluvion.

A est un puits d'exploitation actuellement abandonné. D indique l'entrée d'anciennes galeries éboulées qui avaient été ouvertes dans la couche inférieure. B est un autre puits commencé presqu'au niveau de l'alluvion; après avoir traversé plus de 35 mètres de grès vert, il est parvenu à une couche de charbon de 0m,25 d'épaisseur. On continua ce puits par un trou de sonde qui rencontra, à quelques mètres plus bas, une couche aquifère, et le puits se remplit d'eau presque immédiatement. Le charbon des deux couches est d'assez mauvaise qualité, mêlé d'argile, et très-pyriteux. En H et K, de l'autre côté de la colline, on a fait quelques travaux dans ces deux couches, qui se trouvent presqu'à la surface du sol, mais la qualité du combustible est restée la même, et l'on a dû bientôt les abandonner. Voici une coupe plus détaillée prise entre les points A et D:

	mètres.
Terre végétale.	»
Grès en partie désagrégé. .	2,00
Charbon.	1,00
Grès.	0,50
Argile feuilletée.	0,30
Grès homogène.	3,50
Charbon.	1,00
Grès.	5,00
Niveau de la mer.	»

C'est dans cette partie seulement que l'exploi-

tation a donné quelques bénéfices, et encore était-il nécessaire de mêler le combustible extrait avec la houille grasse anglaise, pour l'employer au chauffage des chaudières des bateaux à vapeur. Les collines tertiaires que l'on rencontre au milieu de la plaine de Hualpen, sur le chemin de Talcahuano à Concepcion, n'offrent aucune particularité intéressante; on y remarque seulement quelques affleurements de charbon de très-mauvaise qualité.

Si maintenant on remonte la rivière de l'Andalienne qui vient se jeter dans la baie de Concepcion en face de Penco, on trouve, à un peu moins d'une lieue de son embouchure, d'autres collines tertiaires très-basses dans lesquelles a été commencé il y a trois ans une exploitation assez importante. La couche est puissante, régulière et le charbon est d'assez bonne qualité. Il brûle avec une flamme longue en produisant une forte odeur de soufre. L'inclinaison générale est à l'Ouest; cependant la couche éprouve de légères ondulations qui font que les galeries s'inclinent quelquefois de 5 et même de 10° pour redevenir horizontales à peu de distance. Voici la coupe du terrain à l'entrée de la galerie principale qui pouvait avoir déjà, à l'époque où je visitai la mine, 60 à 80 mètres de profondeur :

Grès argileux.	»
Argile schisteuse excessivement douce.	0,30
Carboncillo pyriteux et efflorescent.	0,45
Charbon de bonne qualité.	1,10
Grès un peu argileux, grisâtre, à grain fin. .	»

La couche d'argile schisteuse du toit renferme des empreintes charbonneuses mal conservées et beaucoup de pyrites. Ces empreintes semblent

appartenir à des végétaux herbacés, à longues tiges, analogues à ceux qui vivent actuellement dans les lieux bas et humides et dans les marais. Cette circonstance, jointe au peu d'étendue des dépôts de combustible et à la présence de l'argile, qui s'y trouve si fréquemment mélangée, me porte à croire que le lignite du terrain tertiaire des environs de Concepcion provient de la transformation de couches de tourbes irrégulières, circonscrites, qui se sont accumulées dans les points les plus bas de ce terrain et ont été recouvertes, après son immersion totale, par des couches de grès quelquefois assez puissantes. Ce qui vient encore à l'appui de cette hypothèse, c'est que le combustible se rapproche des lignites bien plus par sa composition, ainsi qu'on le verra un peu plus bas, que par sa structure où rien ne rappelle celle du ligneux, comme dans les lignites proprement dits. Il est au contraire d'un beau noir de jais, à cassure très-brillante, conchoïde, quelquefois il offreun commencement de schistosité, ce qui a toujours lieu quand il est mêlé d'argile; il est inaltérable à l'air à moins qu'il ne contienne des pyrites, auquel cas celles-ci s'effleurissent rapidement.

Les mines les plus importantes, tant par l'abondance que par la qualité du charbon qu'elles produisent, sont situées au Sud du Bio-Bio, à sept à huit lieues de distance de l'embouchure de cette rivière, sur le bord de la mer. Ce sont les mines de Lota et de Lotilla. Après avoir traversé toute l'alluvion marine qui forme la plaine de Coronel et gravi les montagnes schisteuses peu élevées de la pointe qui porte le même nom, on retrouve le terrain tertiaire avec les mêmes caractères que

ceux qui ont été décrits plus haut. Sur le bord de la mer, à Playa-Blanca, au milieu des sables de la plage, on voit affleurer une couche de combustible plongeant à l'Ouest, et dont la qualité n'a pas été altérée par un long séjour sous les eaux. Les collines de grès forment ensuite une petite pointe de l'autre côté de laquelle se trouvent les mines dont je viens de parler. Il y a en outre de nombreux affleurements de charbon situés à diverses hauteurs au milieu de ces collines.

Voici l'élévation de l'escarpement au pied duquel se trouve située la mine de Lotilla :

	mètres.
Grès semblable à celui qui forme la pointe de Lotilla.	»
Grès à structure grossière.	1,50
Argile avec quelques petites veinules de charbon.	0,60
Grès fissuré.	3,00
Couche argileuse grisâtre, dont les nombreuses fissures sont remplies par de l'oxyde de fer.	1,80
Char' on.	1,50
Argile.	0,50
Charbon.	0,50
Argile.	0,25
Charbon.	0,25
Argile un peu plus dure.	»
Niveau de la mer.	

La *fig.* 10 représente l'élévation générale de la pointe de Lotilla comprenant la coupe précédente.

Les couches plongent à l'Ouest avec une inclinaison de 15 à 18°. La galerie principale pénètre dans la couche suivant une direction moyenne entre la direction et l'inclinaison de cette dernière, et arrive bientôt à un niveau inférieur à celui de la mer, sans que cependant les eaux entravent

l'exploitation. Un grand nombre de massifs avaient déjà été découpés dans la couche par une série de galeries parallèles et perpendiculaires, et les travaux s'étendaient dans l'intérieur jusqu'à une distance de 50 à 60 mètres de l'entrée des galeries.

La *fig.* 11 indique l'élévation de l'escarpement au pied duquel se trouve la mine de Lota.

La puissance de la couche supérieure augmente en pénétrant dans la colline, mais elle ne dépasse jamais 1 mètre : celle de la couche inférieure parvient dans l'intérieur à $1^m,45$. Si en quittant le terrain de Lotilla on continue à se diriger vers le Sud, sans s'éloigner de la mer, on se retrouve au milieu d'un terrain schisteux analogue à celui de la pointe de Tumbès, et, avant de descendre dans la plaine de Laraquete, on voit, à mi-côte, un petit lambeau de terrain tertiaire, incliné à l'O.-S.-O., et entièrement enclavé dans les schistes. Il renferme une couche argileuse, noirâtre, presque superficielle et excessivement fendillée.

La plaine de Laraquete, qui doit sa formation au retrait successif de la mer et est entièrement formée d'un sable blanc très-fin, présente une configuration assez remarquable. La mer, en se retirant peu à peu parallèlement à la plage, a laissé derrière elle une succession de collines longitudinales excessivement basses, séparées les unes des autres par des dépressions peu profondes, de telle sorte que la coupe du terrain, prise perpendiculairement à la plage, offre la disposition indiquée par la *fig.* 12.

Les eaux des pluies ne pouvant pas séjourner dans les parties élevées, la végétation n'a pu s'y développer, et on n'y trouve que des plantes herbacées ou quelques maigres arbrisseaux qui crois-

sent avec lenteur au milieu du sable. Dans les parties basses, au contraire, un sol végétal très-épais s'est promptement formé aux dépens des plantes vigoureuses qui y rencontraient une humidité suffisante ; à ces plantes ont succédé des arbres aux formes les plus variées et les plus pittoresques, et toutes les dépressions sont actuellement couvertes d'une épaisse forêt, qui semble avoir été *alignée* par la main de l'homme. Les mêmes circonstances se sont reproduites à plusieurs reprises, et il en est résulté sept ou huit avenues naturelles de près de 3 lieues de longueur, bordées de chaque côté par d'épais massifs de verdure, et de la plus admirable régularité. Je joins ici un croquis lithographié (*fig.* 13) dans lequel j'ai essayé de rendre cette disposition d'un effet singulièrement pittoresque.

Les allées naturelles que je viens de décrire se terminent à la rivière de Carampangué, et, de l'autre côté de la rivière, on retrouve le terrain stratifié qui forme des falaises peu élevées, au pied desquelles est situé le petit fort d'Arauco, construit autrefois par les Espagnols pour servir de barrières aux irruptions des Indiens. Les couches de grès sont à peu près horizontales et occupent une grande étendue, mais la végétation qui recouvre entièrement les collines ne m'a pas permis de déterminer leurs limites avec exactitude. Les escarpements qui bordent la mer et l'alluvion de la plaine de Paraquete sont exclusivement composés de couches d'un grès homogène, à grains fins ; je n'y ai trouvé ni affleurements de charbon, ni couches coquillères, ni ces bancs argileux et feuilletés qui séparent souvent ailleurs les couches de grès.

Ici se terminent mes observations personnelles sur le terrain tertiaire du Sud du Chili. M. Domeyko, qui est parvenu jusqu'à Valdivia en traversant tout le territoire des Araucaniens indépendants, l'a retrouvé de distance en distance le long de la côte avec des caractères à peu près semblables, et il est à présumer, en outre, que le combustible fossile qui forme des couches nombreuses et puissantes au détroit de Magellan, près de l'établissement qu'y ont formé les Chiliens sous le nom de Port Bulnès, se trouve situé dans des dépôts analogues, car sa composition doit aussi le faire ranger parmi les lignites.

Je donne, dans le tableau suivant, les résultats des essais faits sur divers échantillons de lignites appartenant au terrain que je viens de décrire.

LIGNITES.	De Loa.	De Lotilla.	De Penco.	De la petite couche de Cellumo.	D'une-couche non exploitée près de Lotilla.	De la mine de l'Andalienne.
Coke.	3,23	4,27	3,99	3,70	5,49	4,96
Matières volatiles. . .	6,46	5,43	3,13	5,99	4,35	4,89
Cendres.	0,31	0,30	0,88	0,31	0,16	0,15
Totaux. . .	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Pouvoir calorifique. .	24,30	24,95	21,01	22,46	25,15	22,65

Le coke est très-léger et poreux, assez dur quand il a été bien calciné; il conserve le volume des fragments employés, et ceux-ci se collent à peine les uns aux autres.

Quelques échantillons qui m'ont été envoyés

du détroit de Magellan ont donné les résultats suivants :

ÉCHANTILLONS.	N° 1.	N° 2.	N° 3.
Coke.	39,88	32,78	29,76
Cendres.	2,73	8,70	14,00
Matières volatiles.	57,39	58,52	56,24
Totaux.	100,00	100,00	100,00
Calories, celles du charbon pur étant — 7.815	4.312	3.680	3.450

Voici la composition du n° 4, qui a été examinée d'une manière plus complète :

Eau transparente, d'une odeur fétide.	2,728	3,753
Eau opaline, acide, ayant une odeur de bitume.	1,025	
Goudron rougeâtre plus lourd que l'eau.	0,605	0,605
Gaz et vapeurs au rouge-brun.	0,962	1,467
Gaz non inflammables au rouge intense.	0,505	
Cendres.	1,380	1,380
Carbone fixe.	2,795	2,795
Calories 3.243.	10,000	10,000

MINÉRALOGIE.

TRAVAUX DE 1848.

(EXTRAITS PAR M. DE SENARMONT.)

1. *Analyse de la* SCHORLAMITE ; par M. Rammelsberg. (Ann. der Physik und Chemie, t. 77, p. 123.)

Ce minéral se trouve à Magnet-Cove, Hot springs County, Arkansas.

Silice.	27,85	26,09
Acide titanique. . .	15,32	17,36
Protoxyde de fer. .	23,75	22,83
Chaux.	32,01	31,12
Magnésie.	1,52	1,55



$$4(SiO^2, 6RO) + 3(TiO^2, 2RO).$$

Densité. 3,862

Ce minéral cristallise, d'après M. Shepard, en prisme rhomboïdal.

2. *Analyses de quelques* MINÉRAUX *du Hartz* ; par MM. Zinken et Rammelsberg. (Ann. de Poggendorf, t. 77, p. 226.)

Epichlorite.

Ce minéral ressemble à la chlorite ; il dégage

de l'eau quand on le chauffe dans le tube, fond difficilement au chalumeau sans addition, et avec les flux donne les réactions de la silice et du fer. Il a été trouvé à Harzbourg par M. Zinken.

		Oxygène.	
Silice	40,88	»	21,24
Alumine	10,96	4,59	7,20
Sesquioxyde de fer	8,72	2,61	
Protoxyde de fer	8,96	2,00	10,11
Magnésie	20,00	7,90	
Chaux	0,68	0,21	
Eau	10,18		9,05
	100,38		
Densité	2,76		

Federerz.

	(a)	(b)	
Soufre	20,32	20,86	21,35
Antimoine	32,98	30,67	»
Plomb	48,48	42,79	40,47
Fer	»	2,83	2,68
Zinc	»	1,84	5,82
Cuivre	»	1,01	0,60
	101,78	100,00	
Densité	5,679	5,693	5,719

a. Amorphe, compacte, à cassure finement grenue, d'un gris bleuâtre, râclure noire, éclat métallique, de Wolfsberg, aux Hartz.

b. Filamenteuse, de Selkethal, au Hartz, mêlée de pyrite, de pyrite cuivreuse et de blende.

Le nom de *federerz* donnant une notion fausse de la manière d'être de ce minéral, M. Rammelsberg propose celui d'hétéromorphite.

3. *Sur quelques nouveaux* MINÉRAUX; par MM. Breithaupt et Plattner. (Ann. de Poggendorf, t. 77, p. 127.)

Glaukodote. Éclat métallique, couleur d'un blanc d'étain foncé, poussière noire.

Prisme rhomboïdal de 112°,36. Clivage facile parallèle à la base, biseau reposant sur les angles aigus.

Soufre.		20,21
Arsenic.		45,20
Cobalt et trace de nikel. .		24,77
Fer.		11,90
Gangue de quartz.		traces.
		100,08
Densité.	5,975	6,003

Ce minéral n'est évidemment qu'un mispikel cobaltifère.

Embolite ou *chlorobrobure d'argent.* Cube modifié par les faces de l'octaèdre, éclat adamantin, couleur variant du vert olive au jaune de soufre :

Argent. . .	66,862
Brome. . .	20,088
Chlore. . .	13,500
	100,000

Lonchidite. Éclat demi-métallique, couleur d'un blanc d'étain.

Prisme rhomboïdal droit de 79°,14 ; biseau de 104°,24 remplaçant la base. Cristaux groupés par deux comme ceux de la pyrite blanche.

Soufre. . . .	49,612
Arsenic. . .	4,396
Fer.	44,225
Cobalt. . . .	0,354
Cuivre. . . .	0,749
Plomb. . . .	0,204
	99,540

Densité. 4,925 5,001

Ce minéral paraît être une pyrite blanche mêlée de mispikel.

Konichalcite (hinojosa de Cordova Andalucia). En nids et en fragments disséminés, couleur verdâtre, entre le vert-émeraude et le vert-pistache.

		Oxygène.
Oxyde de cuivre. . .	31,76	6
Chaux.	21,36	6
Acide arsénique. . .	30,68	15
Acide vanadique. . .	1,78	
Acide phosphorique.	8,81	
Eau.	5,61	3
	100,00	

4. *Analyse du* FAHLERZ MERCURIFÈRE (*de Schwatz, Tyrol*); par M. Weidenbusch. (Ann. der Phisik und Chemie, t. 76, p. 86.)

Cuivre.	34,57
Mercure.	15,57
Fer.	2,24
Zinc.	1,34
Antimoine. . . .	21,35
Soufre.	22,96
Gangue.	0,80
	98,83

Densité. 5,107

5. *Existence de l'or dans les* PYRITES *de Chessy et Saint-Bel (Rhône)*; par MM. Allain et Bartenbach (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. 29, p. 152.)

Sur 10.000 parties :

Zinc.	800	environ.
Cuivre. . . .	500	environ.
Or.	1	au moins.

---

6. *Analyse de l'*OR *de la Californie;* par M. Oswald. (Ann. der Physik und Chemie, t. 78, p. 97.)

Or.	87,60
Argent.	8,70
Matières terreuses. .	3,70

---

7. *Recherches sur des* MINÉRAUX RUSSES, par R. Hermann. (Journ. für prackt. Chem., t. 46, p. 387.)

Lepolithe de Orrijarwfi. Ce minéral se trouve implanté sur de la pyrite magnétique associé à du diopside. Sa forme se rapporte à celle de l'oligoclase (*Pl. IV, fig.* 6).

P/M =	93°	P sur l'axe		64° 1/2
β/β' =	143°	*x*	*id.*	64° 1/2
β/T =	126°	*y*	*id.*	55° 1/2
α/M	166° environ.	*t*	*id.*	25°
T/l	120° 1/2			
n/n'	90°			
m/m'	143°			

Clivage parallèle à M et à P, d'un blanc verdâtre, translucide, dureté du feldspath.

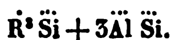
	De Orrijarwfi (Finlande).	Oxygène.	De Lojo (Finlande).	Oxygène.
Perte au feu. . .	1,56		1,50	
Silice.	42,80	4	42,50	4
Alumine.	35,12	3	33,11	3
Sexquiox. de fer.	1,50		4,00	
Chaux.	14,94		10,87	
Magnésie.	2,27	1	5,87	1
Soude.	1,50		1,69	
	99,69		99,54	
Densité.	2,75		2,77	

Amphodelite. En prismes obliques symétriques, clivables parallèlement à la base et aux faces du prisme sous l'angle de 94° 19'. La base est inclinée sur l'arête d'environ 64°.

Couleur fleur de pêcher.

	De Lojo (Finlande). Nordenskiöld.	De Tunaberg (Suède). Swanberg.
Perte au feu. . . .	1,85	0,595
Silice.	48,80	44,553
Alumine.	35,45	35,912
Protoxyde de fer. .	1,70	0,071
Chaux.	10,15	15,019
Magnésie.	5,05	4,077

Ces analyses se laissent représenter par la formule :



$\dot{R}^3 \ddot{Si} + 3\dddot{Al}\ \ddot{Si}$.

Linseïte, de la mine de cuivre de Orrijärwfi (Finlande). Sa forme se rapproche de celle des feldspaths (*Pl. IV, fig.* 7).

T/T	120°	P	sur l'axe	65°
M/k	90°	*x*	*id.*	64° 30'
Z/z	59°	*t*	*id.*	23°
u/u	124°	*y*	*id.*	35°
M/P	90° environ.			

Cristaux noirs, translucides sur les bords, sans clivage, dureté du feldspath.

		Oxygène.		
Eau	7,00		6,22	1
Silice	42,22		32,40	4
Alumine	27,55	12,84	14,93	3
Sexquioxyde de fer	6,98	2,09		
Protoxyde de fer	2,00	0,44	5,07	1
Magnésie	8,85	3,49		
Potasse	3,00	0,50		
Soude	2,53	0,64		
Fluor. Acide phosphorique	traces			
	100,13			
Densité	2,83			

Hyposklérite de la mine d'Arendal, cristallisée en prismes obliques (*Pl. IV*, *fig.* 8).

P/M	87,00
P/l	114,30
P/n	127,00
Z/z'	59,00
T/l	119,00

Clivages parallèles à P et M, couleur d'un noir brun; translucide.

		Oxygène.		
Perte au feu	1,87			
Silice	56,43		29,27	6
Alumine	21,70	10,13	10,35	2
Sexquioxyde de fer	0,75	0,22		
Protox. de manganèse	0,39	0,08		
Protox. de cérium et de lanthane	2,00	0,26		
Chaux	4,83	1,38	4,96	1
Magnésie	3,39	1,33		
Potasse	2,65	0,44		
Soude	5,79	1,47		
	99,80			

8. *Recherches sur quelques* MINÉRAUX *de l'Amérique septentrionale;* par M. Hermann. (Journ. für Prakt. Chem., t. 47, 1.)

Gibsite. Associée au fer limoneux de Richmond (Massachussets):

	Recouvrant le fer limoneux.		Masse terreuse.	Stalactite.
Alumine.	26,66	28,29	53,92	50,20
Acide phosphorique. .	37,62	26,30	11,90	15,30
Eaux.	35,72	35,41	34,18	34,50
	100,00	100,00	100,00	100,00
Densités.	2,21		2,20	2,44

Divers silicates de manganèse.

	Rhodonite olivable de Serling (New-Jersey).	Jeffersonite de Cummington (Massachussets).	Amphibole grenue de Cummington (Massachussets).	Tephroïte de Sparta (New-Jersey).
Silice.	46,48	49,91	48,91	28,66
Alumine.	»	1,93	»	»
Protoxyde de fer. . .	7,23	10,53	46,71	2,92
— de manganèse.	31,52	7,00		
Oxyde de zinc. . . .	5,85	4,39	»	»
Chaux.	4,50	15,48	2,00	»
Magnésie.	3,09	8,18	2,35	»
Perte au feu.	1,10	1,20	»	»
	99,78	98,64	99,97	100,00
	$\dddot{Si}^{2}\dot{R}^{3}$		$\dddot{Si}^{3}\dot{R}^{4}$	$\dddot{Si}\dot{R}^{3}$

	Troostite ou willanite de Sparta (New-Jersey).
Silice.	26,80
Oxyde de zinc.	60,07
Protoxyde de manganèse.	9,22
Magnésie.	2,91
Protoxyde de fer.	traces.
Perte au feu.	1,00
	100,00

Pennite des environs de Penna. Croûtes et grains d'un beau vert.

Acide carbonique.	44,54
Chaux.	20,10
Magnésie.	27,02
Protoxyde de nikel. . . .	1,25
— de fer.	0,70
— de manganèse.	0,40
Alumine.	0,15
Eau.	5,84
	100,01
Densité.	2,86

9. *Analyses de* MINÉRAUX; par M. Berlin. (Ann. der Phys. und Chem., t. 78, p. 413.

Epidote rose ou *thulite*. De la mine de Klodeberg, près d'Arendal.

Silice.	40,28
Alumine.	31,84
Sesquioxyde de fer. . . .	1,54
Chaux.	21,42
Magnésie.	0,66
Protoxyde de manganèse.	0,95
Acide vanadique.	0,22
Perte au feu.	1,32
Alcalis.	indéterminés.

Pyrophyllite de Westnå (Suède):

Silice.	67,77	
Alumine.	25,17	Densité : 2,78 à 2,79
Sesquioxyde de fer.	0,82	
Chaux.	0,66	
Magnésie.	0,26	
Protoxyde de manganèse. .	0,50	$5\dot{\dot{S}}i + 2\dddot{A}l + 2Aq.$
Eau.	5,82	
	101,00	

10. *Analyse d'une* ÉPIDOTE *d'Arendal;* par M. Rammelsberg. (Ann. der Phys. und Chem., t. 76, p. 89.)

11. *Analyse d'une* ÉPIDOTE *de Bourg-d'Oisans;* par M. Baer. (Arch. der Pharmacie, t. 107, p. 273.)

	D'Arendal.	Du Bourg-d'Oisans.
Silice.	38,76	37,78
Alumine.	20,36	20,74
Sesquioxyde de fer.	16,35	15,91
Chaux.	23,71	23,06
Magnésie.	0,44	0,74
Soude.	»	0,41
Perte au feu. . . .	2,00	»
	101,62	98,64

12. *Triphilline de Bodenmais;* par M. Baer. (Arch. der Pharm, t. 107, p. 273.)

Silice.	1,78
Acide phosphorique.	38,34
Protoxyde de feu.	44,52
Protoxyde de manganèse. . .	5,76
Chaux.	1,19
Magnésie.	0,73
Soude.	5,16
Lithine.	5,09
	102,57

13. *Analyse de la* GLAUKOLITHE; par M. Giwartowski. (J. für prakt. Chem., t. 47, p. 380.)

Silice.	50,49
Alumine.	28,12
Chaux.	11,31
Magnésie.	2,68
Soude.	3,10
Potasse.	1,00
Protoxyde de manganèse.	0,59
— de fer.	0,40
Eau.	1,79
Perte au feu.	0,41
	99,89

14. *Analyse de l'*ATAKAMITE; par M. Ulex. (Ann. der Chem. und Pharm., t. 79, p. 361.)

Oxyde de cuivre.	56,23	
Cuivre.	14,56	
Chlore.	16,12	Cu.Cl+3(CuO,HO)
Eau.	11,99	
Silice.	1,10	
	100,00	

15. *Carbonate de* BISMUTH *de la Caroline du Sud;* par N. Bammelsberg. (Ann. der Phys. und Chem., t. 76, p. 564.)

Se trouve dans les mines d'or du Chesterfield County en masses poreuses pénétrées d'argiles ferrugineuses; blanc, éclat vitré dans la cassure, mou.

Oxyde de bismuth. .	82,63	
Sesquioxyde de fer.	0,52	
Alumine.	0,16	
Chaux.	0,28	Densité 7,67
Magnésie.	0,07	
Acide carbonique. .	6,02	
Eau.	3,16	
Gangue.	6,98	
	99,82	

16. *Analyse de la* KONITE, par M. Herzel. (Arch. der Pharm., t. 109, p. 154.)

Carbonate de chaux.	27,68
— de magnésie.	67,97
— de protoxyde de fer. . . .	5,05

17. *Analyse d'une* MAGNÉSITE *de Grèce*, par M. Bruner. (Journ. für prakt. Chem., t. 46, p. 96.)

Magnésie.	51,03
Acide carbonique.	49,49
Alumine.	traces
Sexquioxyde fer.	traces

Ce minéral ne contient pas d'eau.

---

18. *Sur les alcalis et l'acide phosphorique des roches calcaires du* Wurtemberg, par M. Schramm. (Journ. für prakt. Chem., t. 47, p. 440.)

Les désignations géologiques sont empruntées à l'ouvrage de Quensteedt, intitulé : *Roches stratifiées* du Wurtemberg.

	a.	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*	*g.*
Carbonate de potasse. . . .	0,3043	0,2531	0,2303	0,1860	0,154	0,1332	0,2045
— de soude. . . .	0,6208	0,5548	0,5200	0,4118	0,259	0,2392	0,3364
Chlorure de potassium. . .	0,0382	0,0216	0,0177	0,0165	0,023	0,0218	0,0259
— de sodium.	0,0627	0,0520	0,0419	0,0374	0,041	0,0406	0,0387
Acide phosphorique. . . .	0,1763	0,0637	»	»	»	»	»

	h.	*i.*	*j.*	*k.*	*l.*	*m.*
Carbonate de potasse. . . .	0,2300	0,2280	0,1641	0,1840	0,2088	0,1458
— de soude.	0,2190	0,1892	0,2884	0,2423	0,4172	0,3595
Chlorure de potassium. . .	0,0264	traces.				
— de sodium.	0,0246	traces.				

a.	Dolomie inférieure.	de Wittlens-Wieler, près Freuenstadt.
b.	— supérieure.	de Aach.
c.	Calcaire.	de Egenhausen.
d.	— caverneux.	de Aach.
e.	Muschelkalk moyen.	de Rottweil.
f.	— —	de Dornstetten.
g.	Dolomie poreuse.	de Untertürkheim.
h.	Calcaire à encrines.	de Kirchberg.
i.	Calcaire en couches minces. . .	de Wilhelmsglück.
j.	Muschelkalk supérieur en couches épaisses.	de Untertürkheim.
k.	Muschelkalk supérieur concrétionné.	de Crailsheim.
l.	Dolomie supérieure poreuse. .	de Ludwigsburg.
m.	Calcaire de la formation marneuse.	de Kornwestheim.

Formation du keuper.

	a.	b.	c.	d.	e.
Carbonate de potasse. . . .	0,1233	0,1680	0,1453	0,2589	0,1594
— de soude.	0,1794	0,2495	0,2218	0,4299	0,2457
Chlorure de potassium. . .	traces	traces	0,0092	traces	traces.
— de sodium. . . .			0,0146		

a. Marne argileuse verte de Spitzberg, près Tubingue.
b. Marne bleue du même lieu.
c. Marne rouge du même lieu.
d. Leberkies de Bopser, près Stuttgard.
e. Dolomie de Keuper, près Stuttgard.

Formation du Jura noir.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.
Carbonate de potasse. . . .	0,1856	0,1853	0,1582	0,0804	0,0616	0,1763
— de soude.	0,1416	0,1836	0,3502	0,1247	0,0533	0,2291
Chlorure de potassium. . .	0,0301	0,0238	0,0095	traces.	»	»
— de sodium.	0,0366	0,0250	0,0277			

a. Calcaire sableux de Neuhausen.
b. Nagelkalk de Stuttgard.
c. Calcaire inférieur de Hellingen.
d. Marne numismatique de Dusslingen, près Tubingue.
e. Schiste à possidonies de Boll.
f. Marne liasique supérieure de Metzingen.

Jura brun.

	(a)	(b)
Carbonate de potasse. .	0,1991	0,2039
— de soude. . .	0,2784	0,2297
Chlorures alcalins. . . .	traces	traces

a. Calcaire inférieur de Metzingen.
b. Eisenrolith de Aalen.

Jura blanc.

	a.	b.	c.	d.	e.	f.	q.
Carbonate de potasse. .	0,1881	0,1875	0,1116	0,0762	0,11204	0,10397	0,1069
— de soude. . .	0,2209	0,2566	0,1333	0,0841	0,00513	0,03529	0,0347

a. Calcaire inférieur de Urach.

b. Calcaire moyen de Urach.
c. Dolomie supérieure de Urach.
d. Calcaire supérieure rouge compacte de Insiberg.
e. Calcaire inférieur jaune de Saint-Florian, près Metzingen.
f. Calcaire corallien de Nattheim.
g. Calcaire supérieur blanc de Bohmenkirch.

Calcaire d'eau douce supérieur à toutes ces formations.

	(a)	(b)
Carbonate de potasse. .	0,0872	0,06318
Carbonate de soude. . .	0,0344	0,01520

a. Calcaire crayeux de Blaubeuzen.
b. Calcaire de Okenhausen, près Heidennheim.

Tuf calcaire de formation actuelle.

	(a)	(b)
Carbonate de potasse. .	0,1225	0,0581
Carbonate de soude. . .	0,1756	0,2731

a. De Honau.
b. De Canstatt.

M. Faist a trouvé de même des chlorures et des carbonates alcalins dans un grand nombre de roches calcaires de ciments ou de chaux qui en proviennent. (Même journal, t. 47, p. 446.)

---

19. *Analyse de quelques eaux minérales de l'*Islande, par M. Bickell (Ann. der Chem. and Pharm., t. 70, p. 290.)

Ces eaux ont été puisées par M. Bunsen, en 1846 :

a. A la source Badhstofa, à Reykir.
b. A la source Scribla, Reykholt.

Par litre :

	(a)	(b)
Soufre.	0,0036	0,0000
Chlore.	0,1428	0,0814
Acide carbonique. . .	0,1019	0,0780
Acide sulfurique. . .	0,0464	0,0549
Silice.	0,2373	0,1663
Soude.	0,0881	0,0956
Potasse.	0,0385	0,0318
Chaux.	0,0124	0,0042
Magnésie.	0,0211	0,0107

Tufs siliceux formés par les mêmes sources.

	(a)	(b)
Silice.	91,56	88,26
Acide sulfureux.	0,31	2,49
Sexquioxyde de fer. . .	5,18	3,26
Alumine.	1,04	0,69
Chaux.	0,33	0,29
Magnésie.	0,47	traces
Soude.	0,19	0,11
Potasse.	0,16	0,11
Eau.	5,76	4,79

L'alumine et le fer doivent provenir des poussières que les vents ont pu entraîner mécaniquement et mélanger aux dépôts chimiques des sources.

---

10. *Analyse de l'*EAU MINÉRALE *de Linden, près Hanovre;* par M. Bromies. (Ann. der Chem. und Pharm., t. 69, p. 115.)

Cette source a paru en 1847. Densité 1,08.

Sur 1000 parties :

Carbonate de chaux. . .	0,5515
Sulfate de chaux.	3,436
— de potasse. . . .	1,841
— de soude.	2,436

2° par M. Ashley (Ann. der Chem. und Pharmacie, t. 71, p. 360).

I.

Sulfate de potasse.	0,954
— de soude.	2,837
— de chaux.	0,643
Chlorure de calcium. . . .	2,500
Carbonate de chaux.	18,227
— de magnésie. . .	1,467
Silice.	0,390
Acide phosphorique. . . .	traces.
Alumine.	traces.
Carbonate ferrique.	traces.
Matière organique soluble. .	3,264
— insoluble.	1,706

II.

Sulfate de potasse.	0,385
— de soude.	4,436
Chlorure de sodium.	3,389
— de magnésium. . .	0,114
— de calcium.	9,963
Carbonate de chaux.	11,595
Silice.	0,177
Acide phosphorique. . . .	traces.
Alumine.	traces.
Mat. organiques solubles. .	3,340
— insolubles.	6,656

MINÉRALOGIE.

TRAVAUX DE 1850.

(EXTRAITS PAR M. DELESSE.)

Généralités.

Influence de la pression sur la composition minéralogique d'une roche.

M. *W. Thomson* (1) a constaté par des expériences précises que dans un corps qui comme la glace se dilate en se solidifiant, la température de solidification diminue de 0°,232 F quand la pression à laquelle il est soumis augmente de 16,8 at. M. *Bunsen* (2) a constaté d'un autre côté que la température de solidification de la paraffine s'élève de 46°,3 à 49°,9 quand la pression croît de 1 à 100 at.; par conséquent il résulte de ces expériences qu'une différence de pression de 100 at. donne lieu à des différences de plusieurs degrés dans la température de solidification d'un corps. Carnot a du reste établi par le calcul que quand la pression à laquelle un corps est soumis augmente, la température de son point de solidification diminue ou augmente suivant que ce corps se dilate ou se contracte en se solidifiant.

Il est probable que les forces qui produisent les tremblements de terre, les soulèvements des continents, ainsi que les éruptions des laves, présentent des différences de plusieurs milliers d'atmo-

(1) Philosophical Magazine, août 1850.
(2) Poggendorff. Annalen, t. LXXXI, p. 562.

sphères ; on conçoit donc que la température de solidification des laves varie elle-même de plusieurs centaines de degrés; par suite, le feldspath, le mica, l'hornblende, l'augite, l'olivine, qui ont pu cristalliser à une certaine température dans une pâte silicatée, cristalliseront à une toute autre température quand la pression variera. M. *Bunsen* a reconnu d'ailleurs que dans deux corps différents, à des différences égales de pression, ne correspondent pas des différences égales dans la température de solidification; la composition minéralogique d'une roche pourra donc être modifiée par la pression. M. *Bunsen* pense même que la pression exerce sur la solidification des roches plutoniques et sur la composition des minéraux qu'elles renferment une influence plus grande que celle qui résulte de leur mode de refroidissement.

Dissolution de l'apophyllite et du spath fluor dans l'eau.

D'après des recherches de M. *Wöhler* (1), l'apophyllite se dissout dans l'eau, de 180° à 190° sous une pression de 10 à 12 atmosphères, et elle cristallise de nouveau par refroidissement. M. *Bunsen* a remarqué que lorsque cette expérience est faite à la température ordinaire, même sous une pression de 12 à 79 atmosphères, il n'y a pas de traces de dissolution.

MM. *Silliman*, *Forchammer* et *Wilson* ont reconnu la présence du fluor dans l'eau de la mer, et M. *Wilson* (2) a constaté que $\frac{1}{26545}$ de spath fluor se dissout dans l'eau à 15°; dans l'eau chaude, il s'en dissout une quantité beaucoup plus grande qui se sépare ensuite par refroidissement.

---

(1) Rammelsberg, Handwörterbuch, IVe S., p. 5.
(2) Journal für praktische Chemie, t. XLVI, p. 114.

MM. *W. B.* et *R. E. Rogers* (1) ont fait des recherches très-étendues sur la dissolution et sur la décomposition des divers minéraux ainsi que des roches, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau chargée d'acide carbonique : des recherches semblables avaient déjà été faites par MM. *Struve*, *Forchhammer*, *Wiegmann*, *Bunsen* et *Bischof*. MM. *Rogers* ont constaté que tous les minéraux sont partiellement décomposés par l'eau chargée d'acide carbonique; ainsi par une action prolongée, l'hornblende, l'actinote, l'épidote, la chlorite, la serpentine, le feldspath, la mésotype, etc., perdent quelquefois jusqu'à 1 0/0 de leur poids; et il se dissout de la chaux, de la magnésie, de l'oxyde de fer, de l'alumine, de la silice et des alcalis. 40 gr. d'hornblende mis en digestion pendant quarante-huit heures dans de l'eau chargée d'acide carbonique à la température de 15° ont donné : silice... 0,08, — oxyde de fer... 0,05, — chaux... 0,13, — magnésie... 0,95. Généralement les silicates magnésiens et calcaires se décomposent très-facilement.

Décomposition des minéraux et des roches par l'eau.

L'anthracite, la houille, le lignite, le bois, traités par l'eau, donnent des réactions alcalines; si on ne trouve pas d'alcalis dans leurs cendres, ou si on n'en trouve plus autant, cela tient, d'après MM. *Rogers*, à ce que les carbonates alcalins auraient été volatilisés par la chaleur nécessaire pour produire l'incinération.

Dans la dolomie, le carbonate de magnésie se dissout le premier et en plus grande quantité que le carbonate de chaux.

M. *Bischof* (2) a constaté que les carbonates naturels, tels que les carbonates de chaux, de fer,

Décomposition des carbonates par la silice.

(1) Silliman American Journal, 2e s., t. V, p. 401.
(2) Archives des sciences phys. et nat., t. XVI, p. 61.

de magnésie, sont décomposés par la silice à la température de l'eau bouillante, et qu'il en résulte un dégagement d'acide carbonique. La décomposition a même lieu avec du quartz.

M. *Bischof* pense que c'est à la réaction de la silice sur les couches calcaires, à la température d'environ 100°, qu'il faut attribuer les dégagements d'acide carbonique tels que ceux du Laacher See, des Soffioni de la Toscane, etc.

Formation de divers minéraux par voie humide.

M. *de Senarmont* (1) a fait connaître les résultats d'une première série d'expériences ayant pour but la formation artificielle par voie humide d'espèces minérales qui ont pu se produire dans les sources thermales sous l'influence combinée de la chaleur et de la pression. M. *de Senarmont* a formé artificiellement des carbonates : 1° en décomposant dans des vases hermétiquement clos et à une température élevée la dissolution d'un sol soluble par un carbonate neutre soluble ou insoluble ; 2° en précipitant un sel soluble par un bicarbonate alcalin dans une eau sursaturée d'acide carbonique qui se dégage lentement à une haute température.

Il a obtenu le carbonate de magnésie, soit par la double décomposition vers 160° du carbonate neutre de soude et du sulfate de magnésie, soit en dégageant à 150° environ l'excès d'acide d'une dissolution de carbonate de magnésie dans l'acide carbonique. Il a obtenu d'une manière analogue les carbonates de fer, de manganèse, de cobalt, de nickel, de zinc.

Pour former les sulfures, M. *de Senarmont* a décomposé, à une haute température, un sel

(1) Annales de ch. et de phys., 3° s., t. XXX, p. 129.

soluble métallique par un sulfure alcalin plus ou moins sulfuré; le sulfure alcalin était enfermé dans un tube vide d'air avec une ampoule contenant le sel métallique et une bulle d'air pour la rompre. Les sulfures qu'il a obtenus ainsi sont le bisulfure de fer (FeS^2), les sulfures de manganèse (MnS, MnS^2), le sulfure de cobalt (Co^3S^4), les sulfures de nikel (NiS, Ni^3S^4), le sulfure de zinc (ZnS).

M. *de Senarmont* termine son mémoire en faisant observer que des minéraux anhydres tels que l'anhydrite, le peroxyde rouge de fer peuvent se former par voie humide et par double décomposition.

M. *Daubrée* a publié des recherches sur la production artificielle de quelques espèces minérales cristallines, particulièrement de l'oxyde d'étain, de l'oxyde de titane et du quartz (1).

Minéraux cristallisés qui se forment dans les traitements métallurgiques.

M. *Hausmann* (2) a étudié les principaux minéraux ainsi que certains produits cristallins qui se forment, soit par sublimation, soit par fusion, dans les divers traitements métallurgiques. Il examine successivement : 1° parmi les métaux : l'Argent, le Plomb, le Cuivre, le Fer, le Bismuth; 2° parmi les sulfures métalliques : la Galène, le Bleistein, la Pyrite de fer magnétique, la Blende; 3° parmi les oxydes : l'oxyde de Zinc, le protoxyde de Cuivre, le Fer oxydulé, le Sesquioxyde de fer; 4° parmi les silicates : le Péridot, le Pyroxène, la Chytophyllite, la Humboldtilite, le Feldspath; 5° parmi les sels métalliques : le Sulfate de plomb, un Arsénite de cuivre, l'Arséniate de nickel.

---

(1) Annales des mines, 4e s., t. XVI, p. 129.
(2) Beitrage zür metall. Krystallk. Göttingen, 1850.

Cause de variations dans les angles des cristaux.

M. *J. Nicklès* (1) a constaté qu'une même substance présente dans ses angles des variations dont la cause n'est pas toujours saisissable à l'analyse chimique la plus minutieuse et qui résultent de l'intervention de substances étrangères qui s'y trouvent en qualité très-minime. Ainsi, quand on abandonne à elle-même une dissolution de chlorure de cobalt contenant un excès de sel ammoniac, on obtient des cristaux de sel ammoniac plus ou moins colorés dont les angles oscillent autour de 90°; ces cristaux ne renferment cependant que 0,50 à 1 p. 100 de chlorure de cobalt. Des observations semblables ont été faites par MM. *Dufrénoy* et *Wœhler*, puis par M. *Hugard* qui a constaté dans l'angle du prisme de la strontiane sulfatée des variations qu'il attribue également à l'influence de mélanges.

Isomorphie polymérique.

M. *Schéerer* (2) a fait plusieurs publications nouvelles sur l'isomorphie polymérique. Son hypothèse d'après laquelle 1 équivalent de magnésie ou d'une base isomorphe pourrait se substituer à 3 équivalents d'eau et 1 équivalent d'oxyde de cuivre à 2 équivalents d'eau, en donnant des composés isomorphes, a été combattue par MM. *Haidinger*, *Naumann*, *Blum*, *Rammelsberg* et *Bischof*.

Conductibilité des minéraux pour l'électricité.

MM. *Hausmann* et *Henrici* avaient déjà fait des recherches sur la Conductibilité des minéraux pour l'électricité; dans le même but, M. *de Kobell* (3) a interposé différents minéraux entre les deux extrémités d'un circuit en zinc formé par une

(1) Annales de chimie et de phys., 3e s., t. XXV, p. 32, Revue sc., t. XXXVI, p. 361, et C. rendus, t. XXX, p. 530.

(2) J. Liebig und H. Kopp. Jahresbericht, t. I, p. 1147. Pogg. Ann., t. LXX, p. 411, 545, t. LXXI, p. 285, 453

(3) Journ. für prakt Chem., t. L, p. 96.

bande recourbée de 0m,15 de long sur 0m,04 de large. Il a placé ce petit appareil dans une capsule contenant du sulfate de cuivre à la température ordinaire, et il l'y a laissé séjourner seulement pendant une minute. En opérant dans les mêmes circonstances sur les divers minéraux métalliques, il a reconnu qu'on peut les diviser en trois séries :

1° *Minéraux bons conducteurs de l'électricité* qui se recouvrent rapidement de cuivre :

Bismuth natif. — Argent natif. — Palladium natif. — Platine natif. — Or natif. — Graphite. — Antimoine natif. — Arsenic natif. — Argent antimonial. — Tellure auroplombifère (blattererz). — Tellure auroargentifère (schrifttellur). — Plomb sélénié. — Galène. — Pyrite de fer. — Sperkise. — Pyrite magnétique. — Cobalt sulfuré. — Cuivre sulfuré. — Fer arsenical. — Fer arsenical axotome. — Fer arsenical de Modum ($FeAs^2$). — Nickel arsenical. — Cobalt arsenical. — Cuivre arsenical (Weiskupfererz). — Amalgame d'argent. — Pyrite de cuivre. — Pyrite de cuivre panachée. — Sulfure de nickel et de bismuth (Nikelwismuthglanz). — Cuivre gris antimonial. — Cuivre gris arsenical. — Fer oxydulé.

2° *Minéraux médiocres conducteurs de l'électricité* qui se recouvrent de cuivre seulement près de leurs points de contact avec les deux extrémités de la lame de zinc :

Tellure natif. — Bismuth sulfuré (peu) — Argent arsénié. — Argent sulfuré. — Argent antimonié-sulfuré. — Molybdène sulfuré. — Bournonite (peu). — Ilménite (peu). — Fer titané d'Egersund (peu).

La blende se recouvrait de cuivre lorsqu'une de ses faces de clivage était mise en contact avec le zinc ; l'oxyde d'étain seulement lorsqu'il était noir bleuâtre.

3° *Minéraux mauvais conducteurs de l'électricité* qui ne se recouvrent pas de cuivre :

Mercure chloruré. — Argent chloruré. — Antimoine sulfuré. — Federerz. — Manganèse sulfuré. — Hauerite. — Cinabre. — Réalgar. — Orpiment. — Fahlerz argentifère de Freiberg. — Zinkenite. — Jamesonite. — Polybasite. — Antimoine oxydé sulfuré. — Géokronite. — Psilomelane. — Pyrolusite. — Braunite. — Hausmannite. — Manganite. — Fer oligiste de l'île d'Elbe et du Fichtelgebirge. — Fer oligiste fibreux. — Oxyde d'étain en grains. — Cuivre oxydulé. — Rutil. — Fer chromé. — Franklinite. — Pechblende. — Wolfram. — Tantalite. — Ittrotantalite. — Kibdelophane. — Dufrenoysite.

Le procédé précédent, qui est d'une grande

simplicité, permettra de distinguer entre eux les minéraux qui n'appartiennent pas à la même série.

M. *de Kobell* a reconnu que la plupart des anthracites conduisent mal l'électricité et ne se recouvrent pas de cuivre; cela a même lieu pour l'anthracite bacillaire du mont Meissner (Hesse), laquelle succède à de l'argile également bacillaire, qui est elle-même en contact avec le basalte. D'un autre côté, il a constaté que la houille et le lignite chauffés au rouge seulement et dans un creuset de platine, jusqu'à ce qu'ils aient perdu leurs matières volatiles, ne conduisent pas mieux l'électricité que la houille ou que le lignite ordinaires, et ne se recouvrent de cuivre que près des points de contact avec le zinc; mais ils conduisent très-bien l'électricité lorsqu'ils ont été fortement chauffés. M. *de Kobell* conclut de ces expériences que l'anthracite du mont Meissner conduisant mal l'électricité n'a pas été soumise à une température aussi élevée que celle qui serait nécessaire pour fritter des grès ou fondre des roches.

M. *Bischof*(1) a fait observer d'ailleurs que le lignite peut prendre une cassure résineuse et conchoïde par une simple dessiccation produite à l'aide d'acide sulfurique et sous la machine pneumatique.

Action directrice de l'aimant sur les cristaux.

D'après une première série de recherches sur l'action directrice exercée par l'aimant sur les minéraux et sur les corps cristallisés en général, M. *Plücker* avait admis que dans les cristaux positifs l'axe optique est attiré par l'aimant et se dirige parallèlement à la ligne qui joint ses pôles,

(1) Bischof. Lehrbuch, t. II, p. 764.

tandis que dans les cristaux négatifs l'axe optique est au contraire repoussé et se place perpendiculairement à cette même ligne.

Des expériences postérieures de MM. *Tyndall* et *Knoblauch* (1) ont fait connaître des exceptions à cette loi et ont montré la grande influence exercée par la structure d'un corps sur la direction qu'il prend lorsqu'il est placé entre les pôles d'un aimant : en effet les plans de division de ce corps ou ses clivages lorsqu'il est cristallisé, peuvent se placer parallèlement à la ligne des pôles s'il est magnétique et perpendiculairement à cette même ligne, s'il est diamagnétique.

Influence de la pression sur les cristaux à un axe de double réfraction.

MM. *Moigno* et *Soleil* (2) ont constaté que si une plaque de quartz taillée perpendiculairement à l'axe est traversée par de la lumière polarisée de manière à donner un système unique d'anneaux, comme cela a lieu pour les cristaux à un axe, et qu'on la comprime à l'aide d'une presse, il se produit un double système d'anneaux dans le sens de la compression.

Pour l'émeraude, il se produit encore un double système d'anneaux, mais dans un sens perpendiculaire à celui de la compression.

Le quartz étant positif et l'émeraude négatif, MM. *Moigno* et *Soleil* généralisent ces faits d'après ces deux expériences, et les étendent à tous les cristaux à un axe, positifs et négatifs.

MM. *Malagutti* et *Durocher* ont publié des recherches très-étendues sur l'association de l'argent dans les minéraux métalliques (3).

---

(1) Phil. Magazine. Mars, 1850; Poggendorff, Annalen.
(2) Comptes rendus, t. XXX, p. 361.
(3) Annales des mines, 4ᵉ s., t. XVII, p. 3, 245, 261.

Minéraux.
Métaux.
Or.

L'Or natif de la Californie a été analysé par M. *T. H. Henry* (I, II) ; par M. *E. Teschemacher* (III) ; par M. *Hofmann* (IV) ; par M. *Levol* (V) (1). (Voir aussi les analyses de M. Rivot, Ann. des mines, 4e s., t. XVI, p. 127.)

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.
P. sp.	15,96	15,63	16,33	»	»	»	»	»	»	»
Au	88,75	86,57	90.33	89,61	92,7	84,5	86,8	91,0	94,0	98,3
Ag	8,88	12,33	6,80	10,05	6,9	15,3	11,3	8,7	5,85	1,7
Cu	0,85	0,29	»	»	0,4	0,2	0,9	0,3	»	»
Fe	traces	0,54	»	»	»	»	»	»	»	»
Pt	»	»	»	»	»	»	»	»	0,15	»
F^2O^3	»	»	1,00	»	»	»	»	»	»	»
Résidu sableux	1,40	»	0,66	»	»	»	»	»	»	»
	99,88	99,73	98,79	99,66	100,0	100,0	100,0	100,0	100,00	100,0

M. *Levol* (2) a encore analysé (VI) Or en poudre, et (VII) Or en lamelles du Sénégal, (VIII) Or en poudre du nord du Brésil, (IX) grains d'Or du Sénégal, (X) grains d'Or d'une localité inconnue.

Il pense que l'or et l'argent sont combinés dans des rapports déterminés qui peuvent cependant ne pas être très-simples.

Tellurures.
Argent telluré.

M. *Rammelsberg* (3) a trouvé dans un Tellurure d'argent de Retzbanya, grenu et recouvert d'une légère couche verte :

Te... 27,96 — Ag... 54,67 — Gangue... 15,25 Somme... 97,88

Une autre variété compacte contenait 60,28 d'argent.

Arséniures.
Nickel arsenical (arsenikniekel).

M. *Rammelsberg* (4) a analysé une variété de Nickel arsenical d'Allemont. P. sp. = 6,411.

S.	As.	Ni.	Fe.	Somme.
2,29	71,11	18,71	6,82	98,93

(1) J. Liebig und H. Kopp., 1849, t. II, p. 716.
(2) Annales de chim. et de phys. 3e s., t. XXVII, p. 310.
(3) Handwörterbuch, IVe S., p. 220.
(4) Handwörterbuch, IVe S., p. 8.

M. *Rammelsberg*(1) a analysé l'Argent arsenical de la mine Samson à Andreasberg. P. sp. = 7,473. Au chalumeau il ne fond pas; dans le tube fermé il donne un sublimé blanc, puis noir; il est facilement attaqué par l'acide azotique; le résidu, qui est jaunâtre, se dissout dans l'acide chlorhydrique. Argent arsenical.

S.	As.	Sb.	Fe	Ag.	Somme.
0,85	49,10	15,46	24,60	8,88	98,89

D'après la constance de ses caractères et de sa teneur en argent, il est peu probable que ce soit un mélange. M. *Rammelsberg* observe qu'en admettant que le soufre, l'antimoine et l'arsenic donnent des composés isomorphes quand 3S se substitue à 2As et 2Sb à 3As, et qu'en remplaçant le soufre et l'antimoine par leurs équivalents en arsenic, la formule de l'argent arsenical serait à peu près (Ag, Fe) As.

M. *Ebbinghaus* a analysé sous la direction de M. Rammelsberg (2) le Cobalt-arsénio-sulfuré de Skuterud (I); M. *Schnabel* a analysé celui de la mine Morgenroth, près Eisern, qui avait été regardé jusqu'à présent comme du cobalt arsenical (speis cobalt) (II). Il a analysé également un minéral particulier (III) de la mine du Lion-Vert, près Siegen, qui est engagé en masses compactes et fibreuses dans le fer carbonaté : on le désigne sous le nom de Fasriger speiskobalt (3); c'est un arseniosulfure de fer et de cobalt qui contient un peu d'antimoine. Cobalt arsénio-sulfuré (Kobaltglanz). Fasriger Speiskobalt.

---

(1) Handwörterbuch, IVe S., p. 9.
(2) Handwörterbuch, IVe S., p. 116-117.
(3) J. Liebig et H. Kopp. 1849, t. II, p. 729.

verse de l'acétate de plomb; dans le cas où il y a de l'acide phosphorique, on a un précipité de phosphate de plomb qu'il est facile de reconnaître au chalumeau par la propriété qu'il a de cristalliser.

L'Hydrargillite du Brésil forme de petites veinules dans un micaschiste décomposé.

Fer oxydulé (Eisenmulm).

M. *Genth* (1) a analysé l'Eisenmulm de la mine Alte Birke, près de Siegen, où il paraît résulter de l'action du basalte sur le fer carbonaté. P. sp. = 3,76.

Fe^2O^3	FeO.	MnO.	CaO.	Résidu sableux.	Somme.
66,20	13,87	17,00	0,09	1,75	98,91

M. *Schnabel*, qui a analysé la même substance, a obtenu les mêmes résultats. L'Eisenmulm est donc un Fer oxydulé terreux dans lequel une partie du protoxyde de fer est remplacée par du protoxyde de manganèse.

Fer oxydulé artificiel.

MM. *Koch*, *Hausmann* et *Wöhler* ont observé des cristaux octaédriques et cubiques de Fer oxydulé tapissant des cavités dans la maçonnerie de hauts-fourneaux (2).

M. *Rammelsberg* (1) remarque que du fer oxydulé cristallisé se forme dans le grillage du Fer carbonaté lorsque la matière devient liquide.

Fer chrômé.

M. *Moberg* (3) a analysé le Fer chrômé amorphe de la mine d'or de Beresow, près de Catherinenbourg :

Al^2O^3	Cr^2O^3	FeO.	MgO.	SiO^3	Somme.
10,83	64,17	18,42	6,68	0,91	101,01

La quantité d'oxygène des oxydes électro-néga-

(1) Rammelsberg, Handw., IV[e] S., p. 146.
(2) Hausmann : Beitræge zür metallur. Krystall., p. 18.
(3) Rammelsberg. Handw., IV[e] S., p. 238.

tifs (Al^2O^5, Cr^2O^3) est plus grande qu'elle ne devrait être d'après la formule admise pour le Fer chrômé, et M. *Moberg* en conclut que dans le Fer chrômé, de même que dans le pyrope, une partie du chrôme est à l'état de protoxyde. Il a observé que le fer chrômé chauffé dans l'hydrogène perd 0,86 à 0,94 : chauffé à l'air il reprend de nouveau son poids : il attribue d'ailleurs cette réduction partielle à de l'oxyde FeO, Fe^2O^3, qui rendrait le minéral un peu magnétique. Il a cependant été établi antérieurement que le magnétisme d'un minéral lui est propre et ne résulte pas d'un mélange de fer oxydulé, ni même des proportions relatives des deux oxydes, beaucoup de corps tels que les chlorites n'étant que très-peu magnétiques, bien qu'ils contiennent les deux oxydes de fer (1).

M. *Rivot* (2) a constaté, d'un autre côté, que lorsque le Fer chrômé est soumis pendant quatre heures à un courant d'hydrogène sec à la température du rouge vif, tout son fer est ramené à l'état métallique ; il conclut même, de la perte de poids, que le fer est dans le minerai à l'état de sesquioxyde, et il fait remarquer que dans l'échantillon qu'il a analysé, l'oxygène du peroxyde de fer et de l'alumine est très-sensiblement la moitié de l'oxygène de l'oxyde de chrôme : il serait nécessaire toutefois que ces résultats, qui sont en opposition avec toutes les analyses antérieures du Fer chrômé, fussent contrôlés par de nouvelles expériences exécutées sur de la matière bien pure.

---

(1) Annales des mines, 4ᵉ t. XIV, p. 478, 483 et 484.
(2) Annales de chim. et phys., 3ᵉ s., t. XXX, p. 188.

Irite.

M. *Kenngott* (1) a observé de très-petits cristaux d'Irite de l'Oural paraissant se rapporter à un octaèdre régulier; quelques-uns cependant avaient une forme tabulaire, et auraient pu résulter aussi de la combinaison d'un rhomboèdre avec les faces des bases. Si la formule (Ir^2O^3, Os^2O^3, Cr^2O^3) (IrO, OsO, FeO) proposée pour ce minéral par M. Rammelsberg est exacte, il est très-vraisemblable que sa forme est celle de l'octaèdre régulier. M. *Kenngott* a confirmé l'observation déjà faite antérieurement que l'irite adhère au barreau aimanté et peut devenir magnético-polaire (2).

Silicates à base de R^2O^3.

Disthène (Sillimanite, Bucholzite, Fibrolite.)

M. B. *Silliman* fils (3) a analysé la Sillimanite bien cristallisée de Chester (Connecticut) (I); la Bucholzite du comté de Chester-County (Pensylvanie) (II), provenant du gisement du minéral analysé par M. Thompson; la Bucholzite de Brandwine (Delaware) (III); la Fibrolite (IV) de la collection du comte Bournon.

	SiO^3	Al^2O^3	MgO.	MnO.	Somme.
I .	37,65	62,41	»	»	100,06
II	34,31	64,43	0,52	traces	99,26
III	36,15	63,52	»	«	99,67
IV	36,30	62,61	0,70	»	99,41

M. *Silliman* regarde tous ces minéraux comme des variétés de disthène $3Al^2O^3$, $2SiO^3$, et il pense que l'andalousite a la même composition.

Wörthite (Monrolite).

M. *B. Silliman* fils (4) a désigné sous le nom de Monrolite un minéral de Monroe, comté d'O-

(1) Kenngott. Mineralogische Untersuchungen, t. I, p. 61.

(2) Annales de chimie et de phys. 1849, t. XXV, p. 208.

(3) J. Liebig et H. Kopp., t. II, p. 736

(4) J. Liebig et H. Kopp, t. II, p. 758.

range, État de New-York. Il se trouve dans un granite avec de la pinite et du fer oxydulé. Il est vert ou vert grisâtre. Il a une structure rayonnée et concentrique; quelquefois cependant il est en cristaux isolés dont la forme et le clivage paraissent se rapporter à la Sillimanite. Sa dureté est de 7,25, et sur les faces de clivage seulement de 6. P. sp. = 3,076 à 3,09. Il est infusible au chalumeau.

L'analyse a donné :

	SiO^3	Al^2O^3	MgO.	HO.	Somme.
I	40,92	56,61	0,28	3,09	100.90
II	40,38	55,73	0,28	1,84	98,22
III	40,38	56,81	0,28	2,79	100,26

M. *Silliman* propose la formule $8(Al^2O^3\ SiO^3) + 2Al^2O^3, 3HO$. La Monrolite ne diffère pas de la wörthite, qu'on peut considérer elle-même comme une variété de disthène avec eau.

Silicates à base de RO. Steatite (Speckstein).

M. *Schneider* (1) a analysé dans le laboratoire de M. Marchand une Pierre de lard de Chine, dont la p. sp. = 2,763 :

SiO^3.	MgO.	FeO.	MnO.	Al^2O^3.	HO.	Somme.
63,28	31,92	2,26	0,23	0,53	0,78	99,00

Sa composition diffère peu de celle de la Stéatite de Nyntsch (2); la perte au feu est, il est vrai, plus faible; mais elle ne peut être déterminée, de même que celle du talc, que par une forte calcination dans un fourneau (2).

Pyroxène (Jeffersonite).

MM. *Dana* et *Dufrenoy* (3) avaient fait voir que la Jeffersonite de M. *Thomson* était un py-

(1) Jour. f. prakt. chem, t. XLIII, p. 317.
(2) Annales des mines, 4e s., t. XIII, p. 235.
(3) Dana's Mineralogy. — Dufrénoy. Traité de minéralogie, t. III, p. 607.

roxène; c'est ce qui a été confirmé par une analyse de M. *Herman* qui y a trouvé 4,39 d'oxyde de zinc.

Amphibole.

M. *Rammelsberg* (1) a analysé le Strahlstein blanc (I) qui accompagne la tourmaline brune de Gouverneur (New-York); p. sp. = 3,00. — M. *Kussin* (2), l'Amphibole (II) de Zsidovacz (Hongrie); p. sp. = 3,136. — M. *Moberg*, celle (III) de Kimito (Finlande). — M. *Pipping* l'hornblende (IV) d'un vert grisâtre, du gneiss granitique près d'Helsingfors; p. sp. 3,166. — M. *Suckow*, l'Amphibole (V) de Haavi; *a* à l'état naturel, *b* décomposée et argileuse.

					IV.		
	I.	II.	III.	IV.	*a*		*b*
SiO^3	57,40	46,01	43,23	57,20	45,87		40,32
Al^2O^3	1,38	10,49	11,73	0,20	14,81		17,49
MnO	»	3,46	1,61	1,15	1,50		2,14
FeO	1,36	10,03	26,91	11,75	8,74	Fe^2O^3	18,26
CaO	13,89	13.80	9,72	21,20	14,91		5,37
MgO	24,69	15,09	7,04	9,45	14,33		9,23
HO	0,40	»	»	»	»		8,00
	99.12	98,88	100,14	100,95	99,66		100,81

Byssolithe.

M. *Kenngott* (3) a constaté que les aiguilles capillaires de Byssolithe du Tyrol ont des faces faisant entre elles un angle de 124° 21′ comme celui de l'amphibole. Le Byssolithe vert clair et soyeux du Saint-Gothard, qui est associé à l'adulaire et au quartz, présente également les modifications de l'amphibole.

Isomorphisme de l'Pyroxène et de l'Amphibole.

Relativement à l'Isomorphisme du Pyroxène et de l'Amphibole, M. *Rammelsberg* fait remarquer que les deux minéraux ont des formes apparte-

(1) Poggendorff. Annalen, t. LXXX, p. 469.
(2) Handwörterbuch, IVe S., p. 102.
(3) Kenngott. Mineralogische Untersuchungen, t. I, p. 5 et 77.

nant au même système, et qui, bien que différentes, peuvent cependant se dériver géométriquement l'une de l'autre. Il ajoute que certains augites, tels que celui de Taberg (H. Rose) qui est noir cristallisé et exempt d'alumine, celui de Pargas (Nordenskiold) qui est brun, celui du tuf basaltique des Açores (Hochstetter) qui est noir, ont la composition de l'amphibole. Réciproquement, l'amphibole (Strahlstein) de Pennsylvanie à la composition du pyroxène. Or, M. *Arppe* a remarqué que toutes les hornblendes ne sont pas formées d'un atome de trisilicate (RO, SiO^3) et d'un atome de bisilicate ($3RO, 2SiO^3$), mais que, par exemple, les variétés de Gulsjö, Fahlun et Cziklowa contiennent 3 atomes du premier silicate pour 2 atomes du second; il paraît donc que le trisilicate peut dans certaines circonstances se substituer au bisilicate : on comprend d'après cela comment des pyroxènes sans alumine peuvent avoir la composition de l'amphibole, et comment réciproquement l'amphibole se change en pyroxène par voie de fusion, ainsi que l'ont démontré MM. *Berthier* et *Mitscherlich*; on comprend encore comment le Pyroxène et l'Amphibole peuvent dériver de la même forme malgré les différences que présente leur composition.

M. B. *Silliman* fils (1) a analysé la Boltonite (*Shepard*) qui se trouve dans un calcaire blanc cristallin à Bolton (Massachusets). Elle est grenue, à éclat vitreux, d'un gris de plomb. P. sp. = 3,008. D. = 5,5. Boltonite.

SiO^3.	Al^2O^3.	MgO.	FeO.	CaO.	Somme.
46,06	5,67	38,15	8,63	1,52	100,03

(1) J. Liebig et H. Kopp., 1849, t. II, p. 742.

M. *Silliman* propose la formule $2RO(SiO^3, Al^2O^3)$.

Péridot.

MM. *Beck* (I) et *Hermann* (II) ont analysé un Péridot vert-olive, translucide, d'une pesanteur spécifique de 3,41, qui se trouverait dans un schiste talqueux, près de Syssersk (Oural) (1).

	SiO^3.	MgO.	FeO.	NiO.	Somme.
I. . . .	39,21	44,06	17,45	»	100,72
II. . .	40,04	42,60	17,58	0,15	100,37

Péridot décomposé.

M. *Rhodius* (2) a analysé le Péridot décomposé et à éclat cireux du basalte de Virneberg. P. sp. = 1,98. Deux analyses (I) et (II) lui ont donné :

	SiO^3.	FeO.	MgO.	Fe^2O^3.	Somme.
I. . . .	49,2	31,5	16,8	1,4	98,9
II. . .	53,6	26,1	18,0	0,7	98,4

Par la décomposition, la moitié des bases a été enlevée, et la magnésie en quantité beaucoup plus grande que le protoxyde de fer, car le péridot des basaltes contient environ 10 atomes de magnésie pour 1 atome de protoxyde de fer.

Zinc silicaté (Kieselzinkerz).

M. *Monheim* (3) a analysé les Hydrosilicates de zinc d'Aix-la-Chapelle, de Retzbanya et de Tarnowitz; il a constaté qu'ils ont tous la composition qui correspond à la formule de Berzelius $2(3ZnO, SiO^3)+3HO$. Ils se dissolvent dans l'eau chargée d'acide carbonique.

Silicates à base de R^2O^3 et de RO.

Saphirine.

M. *Damour* (4) a repris l'analyse de la Saphirine du Groenland. Elle est infusible au chalumeau, sa dureté est un peu supérieure à celle du quartz. P. sp. 3,473. La moyenne de deux analyses a donné à M. *Damour* :

(1) Jour. f. prakt. Chem., t. XLVI, p. 222.
(2) Rammelsberg, IVe S., p. 172.
(3) Rammelsberg, IVe S., p. 114.
(4) Bulletin de la Société géol., 2e s., t. VI, p. 315.

SiO^3.	Al^2O^3.	MgO.	FeO.	Somme.
14,86	63,25	19,28	1,99	99, 8

Ces analyses s'accordent avec celle de *Stromeyer*, et conduisent à la formule proposée par M. *de Kobell* : $Al^2O^3\ SiO^3 + 3\ (MgO, FeO)\ Al^2O^3$.

Grenat.

M. A. *Besnard* (1) a analysé un Grenat almandin d'un beau rouge, ayant une p. sp. de 4,2, et provenant d'Albernreit (Bavière) (I); M. W. *Fischer* a analysé un grenat mélanite cristallisé de Franconia (Amérique du Nord) (II).

	SiO^3.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MnO.	CaO.	MgO.	Somme.
I. . .	38.76	21,00	»	32,05	6,43	»	3,95	102,19
II. . .	38,85	»	28,15	»	»	32,00	»	99,00

Pyrope.

Grenat de la serpentine (*voir* Annales des mines, 4e s., t. XVIII, p. 314). M. *Moberg* (2) a constaté que le Pyrope de Bohême, chauffé à l'air, augmente de 0,38; il pense que le chrôme et le fer sont à l'état de protoxyde. Son analyse lui a donné :

SiO^3.	Al^2O^3.	FeO.	CrO.	MnO.	MgO.	CaO.	Somme.
41,353	22,353	9,941	4,176	2,588	15,000	5,294	100,705

Idocrase.

M. *Rammelsberg* (3) a analysé l'Idocrase de Kongsberg : I échantillon cristallisé ; II et III échantillon compacte déjà un peu décomposé. P. sp. = 3,384.

	SiO^3.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	CaO.	MgO.	Perte au feu.	Somme.
I. . .	37,24	16,80	7,21	33,60	5,26	0,22	100,33
II. .	38,26	15,13	2,38	34,14	3,68	0,41	100,00
III. .	38,39	13,84	9,98	33,76	3,81	0,41	100,19

Une recherche spéciale sur l'échantillon compacte a montré qu'il contenait 9,48 de sesquioxyde de fer et 0,45 de protoxyde. Les analyses qui précèdent conduisent du reste à la formule du grenat.

(1) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 745.
(2) Rammelsberg, IVe S., p. 86.
(3) Handwörterbuch, IVe S., p. 254.

Humboldtilite artificielle.

MM. *David Forbes* et *John Percy* (1) ont analysé deux Scories cristallines présentant des cristaux ayant la forme du prisme à base carrée et portant souvent des troncatures également inclinées sur les arêtes : (I), Scorie jaune verdâtre de Dudley ; p. sp. = 2,919. (II), Scorie vert légèrement brunâtre de Tipton.

	SiO^3.	Al^2O^3.	FeO.	MnO.	CaO.	MgO.	KO.	CaS.	Somme
I. . .	37,91	13,01	0,93	2,79	31,43	7,24	2.60	3,65	99,56
II. . .	39,52	15,11	2,02	2,89	32,52	3,49	1,06	2,15	98,76

Ces Scories, abstraction faite du sulfure de calcium, se laissent représenter par la formule



$$2[(CaO, MgO, MnO, FeO, KO)\,SiO^3] + Al^2O^3\,SiO^3.$$

de la Humboldtilite, dont elles ont aussi la forme.

Les scories de Janon, de Dowles, de Dudley, analysées par M. *Berthier* (2) ; celle de Koenigshütte, analysée par M. *Karsten* (3), ont la même composition. M. *Hausmann* a aussi observé des scories de hauts-fourneaux au coke de Saint-Étienne et du Sud du pays de Galles, qui étaient cristallisées comme la variété de Humboldtilite, qui était désignée autrefois sous le nom de Zurlite.

Feldspath orthose.

M. C. G. *Gmelin* (4) a analysé deux variétés du Feldspath orthose de la syénite zirconienne du Sud de la Norwége ; (I) Feldspath orthose de Laurvig, qui est gris verdâtre pâle. P. sp. = 2,587. — (II) Feldspath orthose de Frederichvaern, qui est bleu de ciel et chatoyant. P. sp. = 2,590.

	SiO^3.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	CaO.	NaO.	KO.	Perte au feu.	Somme.
I. . .	65,90	19,46	0,44	0,28	6,14	6,55	0,12	98,89
II. . .	65,19	19,99	0,63	0,48	7,08	7,03	0,38	100,78

(1) Hausmann. Beitrage zur metall. Krystallk., p. 37.
(2) Berthier. Traité des essais, t. II, p. 282.
(3) Karsten. Handw. der Eisenhüt., 3e éd., p. III, p. 222.
(4) Berg-und Hut. Zeitung (Hartmann), 1er janv. 1851, p. 13.

Ce feldspath est remarquable par la proportion de soude qu'il contient.

J'ai d'ailleurs constaté déjà que le feldspath du porphyre de Tyſholms Udden contient également une très-forte proportion de soude, et quelques mesures d'angles prises au goniomètre d'application m'avaient porté à le regarder comme cristallisant dans le sixième système. D'après l'étude faite par divers minéralogistes sur des cristaux plus nets que ceux desquels j'ai pu disposer, il est vraisemblable cependant qu'il a la forme de l'orthose (1) : ce feldspath serait donc analogue au Loxoclase de M. *Breithaupt*, et il offrirait un exemple remarquable d'un feldspath ayant la forme de l'orthose, et dans lequel la soude serait l'alcali dominant.

MM. *Svanberg*, *Struves* et *Fownes* (2) ont constaté, au moyen du molybdate d'ammoniaque, la présence d'un peu d'acide phosphorique dans le feldspath.

M. *G. Bischof* (3) a analysé du Feldspath labrador parvenu à différents degrés d'altération, qui a été extrait d'un grunstein des environs de Dillenburg. (I) Labrador ne paraissant pas altéré; (II) *id.* à demi altéré; (III), *id.* complétement altéré; *a*, partie du minéral attaqué par l'acide chlorhydrique; *b*, partie attaquée par le carbonate alcalin. — A, compositiondu minéral tel qu'l a été extrait de la roche; B composition du minéral après qu'on en a retranché la partie *a* soluble en l'acide chlorhydrique. Feldspath (labrador).

(1) Annales des mines, 4ᵉ s., t. XII, p. 265.
(2) Rammelsberg. Handw., IVᵉ S., p. 71.
(3) Lehrbuch, etc., t. II, p. 1077.

		I.		II.		III.	
		A	B	A	B	A	B
a	$CaOCO^2$. .	2,36	»	12,44	»	4,87	»
	$MgOCO^2$. .	0,37	»	0,27	»	0,37	»
	Fe^2O^3. . .	1,32	»	1,18	»	1,58	»
	HO.	0,71	»	2,60	»	1,21	»
	Perte. . .	1,49	»	1,87	»	3,35	»
b	SiO^3. . . .	51,59	54,44	50,19	61,47	56,01	63,24
	Al^2O^3. . } Fe^2O^3. . }	23,52	24,82	22,89	28,04	20,64	23,51
	Fe^2O^3. .					2,50	2,86
	CaO. . . .	8,76	10,31	trace.	trace.	»	»
	MgO. . . .	1,02	0,08	0,79	0,97	0,24	0,72
	Alcalis. . .	8,86	9,35	7,77	9,52	9,23	9,67
		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Ces analyses montrent que la chaux se dégage de sa combinaison avec la silice pour se transformer en carbonate de chaux, qui est lui-même dissous postérieurement; en même temps les quantités de silice et d'alumine augmentent. Quant à la quantité d'alcali, elle reste presque constante tant que les feldspaths labradors ne sont pas plus décomposés que ceux qui ont été analysés. Dans des recherches semblables, M. *Ebelmen* a obtenu à peu près les mêmes résultats.

M. *Bischof* regarde, ainsi que l'avait fait antérieurement M. *Bergmann*, la totalité de la chaux et de la magnésie dissoutes dans l'acide chlorhydrique comme étant à l'état de carbonate; on conçoit cependant que la chaux et la magnésie du feldspath s'attaqueront au moins aussi facilement que son alumine et son oxyde de fer; j'ai constaté d'ailleurs que tous les feldspaths du sixième système qui forment la base des roches s'attaquent, au moins partiellement, par l'acide chlorhydrique qui dissout les diverses substances entrant dans leur composition.

Indianite. M. *Bruch* (1) a analysé sous la direction de M. *B. Silliman* fils une véritable Indianite de l'Inde.

Elle était grenue, rouge pâle, dans certaines parties grise ou noirâtre. Sa dureté était de 7 à 7,25 et sa p. sp. de 2,668. Elle n'a pas fondu au chalumeau, mais elle s'attaquait complétement avec gelée par l'acide chlorhydrique, même à froid. Son analyse a donné :

SiO^3.	Al^2O^3.	CaO.	NaO.	Somme.
42,09	38,89	15,78	4,08	100,84

Il y a en outre des traces de fer. Les proportions d'oxygène de $RO : R^2O^3 : SiO^3 = 1 : 3,2 : 4,0$ comme dans l'Anorthite auquel l'Indianite doit être rapportée d'après les mesures de Brooke, qui a trouvé pour les angles de ses clivages 95° 15′ et 84° 45′.

Kaolin.

M. *Couper* (2) a analysé le Kaolin (I) provenant du lavage du granite décomposé du Cornouailles; le même Kaolin (II) a été analysé par M. *Brown*, et M. *Kussin* a analysé un Kaolin (III) des environs de Rio-Janeiro.

	SiO^3.	Al^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	HO.	Somme.
I. . . .	46,32	39,74	0,27	0,36	0,44	14,67	99,80
II. . .	46,29	40,99	0,27	0,50	»	12,67	99,82
III. . .	45,37	34,27	»	»	»	20,01	99,65

Argiles.

M. *G. Leonhardt* (3) a analysé, sous la direction de M. *Rammelsberg*, une Argile (I) de laquelle sortent les sources chaudes de Natschika, et qui paraît provenir de la décomposition de roches augitiques. En digestion avec l'acide chlorhydrique, elle laisse un résidu de 64,37 : A, partie soluble; B, résidu insoluble. M. *Kussin* (1) a analysé une Argile (I') de la mine de fer de Zsido-

(1) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 751.
(2) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 112.
(3) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 222.
(1) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 214.

var (Hongrie); M. *Rammelsberg*, une Halloysite (III) d'un filon d'hydroxyde de fer près d'Elgersburg; M. *Schnabel* (1), deux Allophanes du schiste siliceux de Guldhausen (Waldeck), l'une vert clair (IV), l'autre vert plus foncé (V); M. *Monheim* (2), une Halloysite blanche d'Altenberg recouvrant le silicate et le carbonate de zinc (VI); M. *B. Silliman* fils (3), l'Allophane translucide, formant des croûtes vitreuses et feuilletées, qui entoure la Gibbsite de Richmond (VII).

	I.		II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
	A	B						
SiO^3	»	51,41	36,01	47,33	24,19	19,41	40,31	22,65
Al^2O^3	8,64	8,76	63,72	40,23	25,80	26,77	33,23	38,76
Fe^2O^3	8,23	4,60	»	»	traces.	traces.	»	»
CuO	»	»	»	»	13,71	18,97	»	»
ZnO	»	»	»	»	»	»	1,23	»
CaO	1,51	1,09	»	} 1,44	»	»	»	2,83
MgO	0,84	0,06	traces.	}				
HO	17,03	»	»	12,36	35,49	34,72	23,69	35,24
CO^2	»	»	»	»	traces.	traces.	»	»
	36,25	65,92	»	»	»	»	»	»
	102,17		99,73	100,36	99,19	99,87	98,46	99,48

(IV) et (V) contiennent une forte proportion d'oxyde de cuivre et se rapprochent des hydrosilicates d'alumine et d'oxyde de cuivre de composition très-variable, qui sont journellement déposés par les eaux sous la forme de stalactites à la mine de cuivre de Temperino (4).

Smectite. M. *Jordan* (5) a analysé un minéral de Cilly (Styrie), qui est une espèce d'argile à laquelle il a donné le nom de Smectite.

(1) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 270.
(2) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 222.
(3) Silliman. Amer. Journal, 2e s., t. VII, p. 416.
(4) Annales des mines, 4e s., t. IX, p. 591.
(5) Rammelsberg. Handworterbuch, IVe S., p. 208.

SiO^3.	Al^2O^3.	Fe^2O^3	CaO.	MgO.	HO.	Somme.
51,21	12,25	2,07	2,13	4,89	27,89	100,44

MM. *Hutzelmann* et *Karafiat* ont analysé, sur l'invitation de M. *Haidinger* (1), les substances argileuses qui servent de gangue au diaspore de Schemnitz. La première (I, *Hutzelmann*) est blanche, non translucide, à cassure légèrement conchoïde; sa dureté est de 3,5, et sa p. sp. de 2,835. La deuxième (II, *Karafiat*) est également blanche, non transparente, mais terreuse, et au chalumeau elle éclate fortement entre les pinces; sa dureté est de 1,8 à 2; sa p. sp. de 2,574. La troisième (III, *Karafiat*) est grise ou verdâtre, elle a une cassure esquilleuse et un éclat gras; elle est un peu translucide; sa dureté est de 2,5 à 3; sa p. sp. de 2,735. Dillnite.

	SiO^3.	Al^2O^3.	FeO.	CaO.	MgO.	KO et NaO.	HO.	Somme.
I.	22,40	56,40	traces.	traces.	0,44	traces.	21,13	100,37
II.	23,53	53,00	»	0,88	1,76	»	20,05	99,22
III. . . .	49,50	27,45	1,03	5,56	0,72	10,20	5,10	99,56

(II) Serait une variété particulière d'Argile à laquelle M. *Haidinger* croit devoir donner le nom de *Dillnite* (de Dilln, près Schemnitz, lieu de son gisement), et pour laquelle il propose la formule $2Al^2O^3, SiO^3 + 4HO$.

(I) Serait aussi une Dillnite mélangée d'un hydrate d'alumine de la formule $Al^2O^3, 4HO$, lequel aurait donné lieu à du diaspore et à de l'eau: c'est d'ailleurs la gangue la plus habituelle du diaspore, et on voit qu'elle est de même que (II) très-riche en alumine.

(1) Haidinger, Berichte über die Mittheilungen der Freunde der Naturwissenschaften, t. VI, p. 55; Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn, 1849, p. 864.

Monte-Viesena près de Forno. Sa cassure est esquilleuse, son éclat un peu gras : dureté $=3,5$ p. sp. $=2,814$. Au chalumeau, il devient blanc, et il fond seulement sur les bords. Une attaque par l'acide fluorhydrique a donné à M. *de Marignac*.

SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	MgO	NaO	KO	HO et CO^2	somme.
44,76	36,34	1,83	1,27	0,84	10,00	4,96	100,00

Comme le fait observer M. *de Marignac*, ce minéral paraît se rapporter à la Pinite, et son gisement dans un porphyre quartzifère rend d'ailleurs cette opinion très-vraisemblable ; cependant MM. *Haidinger* (Handbuch der Mineralogie, 518), *Breithaupt* (Handbuch der Mineralogie, t. III, p. 475) et *Blum* (Pseudomorphosen, Nachtrag., p. 24) regardent la Liebenerite comme une pseudomorphose de la Nepheline.

Paranthine. M. *Berg* (1) a analysé, sous la direction de M. *Svanberg*, la Paranthine compacte et bleu violâtre (I) qui se trouve dans le calcaire de Bocksäters, paroisse Drothem (Ostgothland) ; p. sp. $=$ 2,34. M. *G. Suckow* (2) a analysé la Paranthine bleu grisâtre (II) de Malsjö ; p. sp. $=2,64$, ainsi qu'une masse argileuse et jaune rougeâtre (III) provenant de la même localité, et qui paraît, d'après quelques indices de cristallisation, se rapporter à de la Paranthine ; p. sp. $=2,1$.

	SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	CaO	MgO	NaO	KO	Perte au feu.	Résidu non attaqué.	Somme
I.	46,353	26,339	0,316	»	17,002	0,543	4,710	0,318	1,596	0,988	98,165
II.	48,17	28,27	»	2,14	19,04	»	»	»	2,00	»	99,62
III.	53,32	44,65	»	1,17 (FeO et CaO)		»	»	»	»	»	99,14

(1) Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn, 1849, p. 571.

(2) Suckow, Die Verwitterung im Mineralreiche, p. 138.

(I) et (II) se laissent représenter par la formule de la variété de Paranthine désignée sous le nom de Scapolite $RO, SiO^3 + 2(Al^2O^3, SiO^3)$.

Groppite.

M. *L. Svanberg* (1) a analysé un minéral qui se trouve associé à du mica dans le calcaire de Gropptrop, paroisse Vingåkers (Suède). Il ressemble à la Rosite. Il a un clivage assez facile et deux autres qui le sont moins. Dureté entre celle du gypse et de la chaux carbonatée : p. sp. = 2,73. Au chalumeau, il devient blanc, et il ne fond que sur les bords.

SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	NaO	KO	HO	Résidu non attaqué.	Somme.
45,088	22,548	3,063	4,548	12,283	0,215	5,227	7,110	0,131	100,213

M. *Svanberg* propose la formule



$$3RO, 2SiO^3 + 2(R^2O^3\ SiO^3), + 3HO.$$

Tritomite.

M. *Weibye* (2) a trouvé dans la syénite de l'île Lamö, près Brevig (Norwége), un minéral auquel il a donné le nom de Tritomite. Il est cristallisé en tétraèdres brun foncé. P. sp. = 4,16 à 4,66. Dans le tube fermé, il donne de l'eau et la réaction du fluor. Au chalumeau, il éclate, se gonfle et devient blanc. Il est complétement décomposé par l'acide chlorhydrique; il se dégage du chlore et la silice se sépare gélatineuse.

M. *J. Berlin* a fait de la Tritomite une analyse qu'il regarde comme n'étant qu'approximative à cause de la petite quantité de matière sur laquelle il a opéré :

SiO^3.	Al^2O^3.	Ce^2O^3.	LaO.	FeO.	YO.	CaO.	MgO.	NaO.	(Mn, Cu, Sn, W.)	Perte au feu.	Somme
20,13	2,24	40,36	15,11	1,83	0,46	5,15	0,22	1,46	4,62	7,86	99,44

(1) Neues Jahr. Leonhard und Bronn, 1849, p. 858.

(2) Poggendorff, Annalen, t. LXXIX, p. 299; Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 249; J. Liebig et H. Kopp, t. II, p. 763.

La Tritomite paraît être un silicate hydraté et tribasique d'oxyde de cerium, de lanthane et de chaux.

Pyrophyllite. M. *Rammelsberg* (1) a analysé une variété de Pyrophyllite blanche des environs de Spaa, possédant la propriété caractéristique de ce minéral de se gonfler beaucoup au chalumeau (I). M. *Sjögren* (2) a analysé, dans le laboratoire de M. *Berlin*, une Pyrophyllite de la mine de fer Westana, qui se trouve dans un filon de quartz avec du fer oligiste micacé (II et III). Sa densité a varié de 2,78 à 2,79; elle a été attaquée par l'acide sulfurique.

	SiO^3.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	MnO.	CaO.	MgO.	HO.	Somme.
I.	66,14	25,87	»	»	0,39	1,49	5,59	99,48
II. . . .	67,77	25,17	0,82	0,50	0,66	0,26	5,82	101,00
III. . . .	65,61	26,09	0,70	0,09	0,69	0,09	7,08	100,35

M. *Rammelsberg* (3) regarde la Pyrophyllite comme un silicate d'alumine provenant de la décomposition et de la transformation d'autres minéraux; dans cette hypothèse, il admet que les bases à un atome sont à l'état de bisilicates qu'il faut retrancher du minéral pour lequel il propose la formule :



$$(Al^2O^3, 3SiO^3 + HO) + (Al^2O^3, 2SiO^3 + HO)$$

Dans la même hypothèse, les analyses de M. *Sjögren* conduisent à la même formule. Il faut observer cependant que les lamelles de Pyrophyllite sont cristallines, transparentes et qu'elles paraissent très-pures; elles sont en outre engagées dans une gangue de quartz, dans laquelle ne s'observent généralement pas des bisilicates.

Leuchtenbergite. M. *A. Breithaupt* (4) a reconnu que la Leuchtenbergite se présente toujours à différents de-

(1) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 757.
(2) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 757.
(3) Rammelsberg, Handw., 3e S., p. 101.
(4) Poggendorf, Annalen, t. LXXX, p. 577.

grés d'altération auxquels correspond une teneur inégale en eau ; il pense toutefois qu'il existe de la Leuchtenbergite non altérée et qu'on doit la regarder comme un minéral particulier.

Ripidolithe.

Il a observé que le Ripidolithe de Schwarzenstein peut, en conservant sa forme, se changer en une substance semblable à la Serpentine.

Chloritoïde. (Sismondine.)

M. *L. Smith* (1) a analysé un minéral de Gumuch-Dagh ayant la plus grande ressemblance avec la Sismondine, et qu'on doit par conséquent considérer comme une variété de Chloritoïde. Les proportions d'oxygène déduites de l'analyse de M. *Smith* ne diffèrent d'ailleurs pas de celles que j'ai obtenues moi-même antérieurement en analysant la Sismondine de Saint-Marcel pure (Ann. des mines (1846), t. X, p. 234); il est donc très-vraisemblable que la formule de la Sismondine est



$$SiO^3, FeO + SiO^3, Al^2O^3 + 3HO.$$

(Masonite.)

La Masonite (*Jackson*) de Middletown, qui a été analysée par M. *Whitney*, est également un Chloritoïde. Au chalumeau elle ne fond pas, mais elle s'arrondit un peu sur les bords. De même que la Sismondine, elle s'attaque par l'acide chlorhydrique et elle est associée à du grenat ainsi qu'à une chlorite plus dure que la chlorite ordinaire : elle a, il est vrai, une plus grande teneur en silice ; mais en admettant que la silice en excès remplace de l'alumine, et qu'une partie du fer est à l'état de sesquioxyde, on arriverait pour la Masonite, aussi bien que pour les autres variétés de chloritoïde, à la formule de la Sismondine. J'ai constaté d'ailleurs, sur un échantillon qui m'a été donné par M. Marcou, qu'elle a un clivage très-facile parallèlement à la base P, sur laquelle j'ai mesuré un angle plan de

(1) Ann. des mines, 4e s., t. XVIII, p. 302 et 303.

80°: l'angle de P sur M est aussi de 94°, et il y a un autre clivage peu net parallèle à T : les clivages et les angles de la Masonite ne diffèrent donc pas de ceux de la Sismondine (1).

Silicates avec chlore, bore, etc.

Skolopsite.

M. *de Kobell* (2) a décrit sous le nom de Skolopsite un nouveau minéral du Kaiserstuhl en Brisgau. Il est en grains gris de fumée, qui dans certaines places sont blancs légèrement rougeâtres. Il présente des clivages qui n'ont pu être déterminés. En esquilles minces il est translucide. Dureté = 5; p. sp. = 2,53. Au chalumeau il fond en bouillonnant et il donne un verre blanc verdâtre. Avec le carbonate de soude sur le charbon, on y reconnaît la présence du soufre. Soit avant, soit après calcination, il est facilement attaqué par l'acide chlorhydrique; il fait une effervescence due au mélange de 1,5 de carbonate de chaux, et il laisse pour résidu une poudre vert noirâtre qui lui donne sa couleur foncée : la dissolution acide contient de l'acide sulfurique.

Le résultat de l'analyse, après avoir retranché la chaux carbonatée et le résidu insoluble, a été le suivant :

SiO^3	Al^2O^3	Fe^2O^3(*)	MnO	CaO	MgO	NaO	KO	SO^3	S	NaCl	Somme.
44,04	17,86	2,49	0,86	15,48	2,23	11,54	1,30	4,09	trace	0,93	100,84

(*) Avec un peu de protoxyde de fer.

Ce minéral est donc analogue à la Haüyne, au Nosean et à l'Ittnérite. M. *de Kobell* le regarde comme mélangé de 7,78 de sodalite qu'il calcule d'après la quantité de chlorure de sodium et il reste alors $NaO\,SO^3 + 3(3RO, 2SiO^3 + Al^2O^3, SiO^3)$.

Datholithe.

MM. *Haidinger* et *Haüer* (3) ont étudié de

(1) Ann. des mines, 4e s., t. X, p. 232.
(2) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 768.
(3) Haidinger, Wiener Acad. Bericht. 1849, mars, p. 215.

beaux cristaux de Datholithe trouvée par M. *S. d'Helmereichen* dans la serpentine de Toggia (duché de Modène); ces cristaux, qui ont jusqu'à 1 centimètre de long, sont plus nets que ceux connus jusqu'à présent, et ils ont une modification nouvelle.

Tungstates.

Wolfram.

M. *Kussin* (1) a analysé le Wolfram de Zinnwald, et il a obtenu les résultats suivants :

WO^3. . . 75,92 FeO. . . 9,38 MnO. . . 14,04 Somme. . . 99,34

M. *Kerndt* (2) a analysé quatorze Wolframs provenant des localités qui suivent, et il a déterminé en même temps leurs poids spécifiques. (I) Zinnwald; (II) Lock Fell (Cumberland); (III) Neu Bescheert Glück (Freiberg); (IV) Huntington (Connecticut); (V) Trumbal (Connecticut); (VI) Maüseberg, près Neudorf (Hartz); (VII) Schlakenwalde; (VIII) Altenberg; (IX) Ehrenfriedersdorf; (X) Nertschinsk; (X) Montevideo; (XII) Chanteloube; (XIII) Harzgerode; (XIV) Godolphinsball (Cumberland). Dans quelques échantillons M. *Kerndt* a cru reconnaître de l'acide niobique.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.
P. sp.	7.22	7,231	7,223	7,411	7,218	7,231	7,482	7,198
WO^3.	75,62	75,96	75,83	75,47	75.76	75,80	75,68	75,43
FeO	9,54	9,53	9,20	9,53	9,73	9,78	9,56	9,64
MnO.	14,85	11,49	15,57	14,26	14,49	14,41	14,30	14,90
Somme. . .	100,01	99,98	100,59	99,25	99,98	99,99	99,54	99,97

	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.
P. sp.	7,479	7,496	7,499	7,480	7,225	7,209
WO^3.	75,85	75,64	76,02	75,82	75,90	75,92
FeO.	19,26	19,55	19,20	19,32	19,24	19,35
MnO	4,89	4,00	4,75	4,84	4,80	1,74
Somme. . .	100,00	99,99	99,99	99,98	99,94	100,00

(1) Rammelsberg, Handw., IIIe S., p. 127.

(2) Journ. für prakt. Chemie, t. XLII, p. 81; J. Liebig et H. Kopp, t. II, p. 1210.

Les analyses qui précèdent confirment les recherches de MM. *Ebelmen* et *Rammelsberg*, d'après lesquelles le tungstène se trouve dans le Wolfram à l'état d'acide tungstique. De plus, les analyses de M. *Kerndt* paraissent d'accord avec les observations faites antérieurement par M. *Breithaupt*, qui distingue deux variétés dans le Wolfram : l'Oligone et le Diatome. Le premier aurait une poussière brun rougeâtre, une p. sp. de 6,9 à 7,1, et pour formule $2(FeO,WO^3)+3(MnO,WO^3)$; le deuxième aurait une poussière brun noir, une p. sp. de 7,3 à 7,5, et pour formule $4(FeO,WO^3)+MnO,WO^3$.

M. *Rammelsberg* (1) fait remarquer cependant que les Wolframs (VI) et (XIII), par exemple, ont à peu près le même p. sp., quoique de composition chimique très-différente; il ajoute qu'ils se rencontrent dans le même gisement, les mines Maüseberg et Harzgerode se trouvant toutes deux près de Freyberg. Enfin, il lui paraît qu'il y aurait encore lieu d'examiner jusqu'à quel point les différences de la forme cristalline du Wolfram correspondent aux différences observées dans sa composition chimique.

M. *Des Cloizeaux* (2) a soumis à un examen critique les travaux de MM. *G. Rose* et *Kerndt* sur le Wolfram, et il conclut de mesures directes, prises sur de petits cristaux très-nets de Chanteloube (Haute-Vienne), que la forme primitive de ce minéral est bien le prisme rhomboï-

---

(1) Handwörterbuch, IVe S., p. 264.

(2) Annales de chimie et de physique, 3e s., t. XXVIII; Des Cloizeaux, Mémoire sur les formes cristallines du Wolfram.

dal oblique, et non le prisme rhomboïdal droit, comme le pensaient ces deux minéralogistes. Il donne une série complète de mesures d'angles, et il explique la symétrie observée dans les modifications des cristaux de quelques localités, symétrie qui seule avait décidé M. Rose à rapporter le Wolfram au système prismatique droit, par le peu d'obliquité de la forme primitive : cette circonstance permet de considérer le type cristallin du Wolfram comme une forme limite dont les angles, différant peu entre eux, doivent offrir souvent des modifications analogues.

Enfin, une sorte de dissection mécanique lui a fait voir que les irrégularités qu'on observe fréquemment dans les incidences de beaucoup de cristaux, et notamment dans ceux du Wolfram, tiennent sans doute à des groupements et à des pénétrations qui affectent également les gros et les petits cristaux.

M. *Kerndt* (1) a étudié le Plomb tungstaté de Zinnwald. Les mesures qu'il a faites de ses angles concordent avec celles de *Lewy* (*Voir* Minéralogie de M. *Dufrénoy*, t. III, p. 62, et t. IV, *Pl. CXII*, *fig*. 374) b′—b′ = 99° 44′ 24″ b′—b′ = 131° 24′ 46″. Dureté = 3 1/2 à 4. P. sp. = 8,103. Poussière presque incolore. L'analyse de cristaux, d'un brun de gérofle qui est rapportée ci-dessous, a donné à M. *Kerndt* à peu près la même composition qu'à *Lampadius*, et la formule du minéral est (PbO, CaO, FeO, MnO) WO^3. Plomb tungstaté. (Wolframbleierz.)

WO^3	PbO	CaO	FeO et MnO	Somme.
51,43	47,12	1,26	0,31	100,12

(1) Journ. f. prakt. Chem., t. XLII, p. 81; J. Liebig et H. Kopp., t. I, p. 1212.

Vanadates. Dechenite.

M. *C. Bergemann* (1) a donné en l'honneur de M. *de Dechen* le nom de Dechenite à un minéral d'un rouge foncé, translucide et à éclat gras. P. sp. = 5,81. Dureté au plus égale à 4. Il ne présente que des indications de clivage qui paraîtraient le faire dériver d'un rhomboèdre. Au chalumeau, il fond facilement en un verre jaunâtre. L'analyse a montré que c'est du vanadate de plomb pur, sans chlorure de plomb : PbO, VO^3.

Il a été trouvé par M. *Krantz* dans les filons avec galène, plomb carbonaté et plomb phosphaté de Lauterthal (Bavière Rhénane).

Aræoxène. Vanadate de plomb et de zinc.

M. *de Kobell* (2) a donné le nom d'Aræoxène (*ἀραιὸς*, rare; *ξένος*, hôte) à un minéral transparent et d'un rouge un peu plus foncé que le plomb chromaté. Sa dureté = 3. Au chalumeau, il fond facilement sur le charbon en donnant l'odeur de l'arsenic et un bouton de plomb. Avec la soude on a plus de plomb et une matière difficilement fusible qui, fondue avec le borax, donne une perle d'un beau vert au feu de réduction, d'un vert-olive clair au feu d'oxydation, puis jaune clair et enfin légèrement verdâtre par refroidissement. C'est un vanadate qui contient 48,7 d'oxyde de plomb, 16,32 d'oxyde de zinc, un peu d'acide arsénique et une trace d'acide phosphorique.

Il provient de Dahn, dans le palatinat du Rhin, où il se trouve avec de la pyromorphite dans les druses d'un filon qui traverse un grès.

Arséniates. Zinc arséniaté.

M. *O. Köttig* (3) a analysé un enduit translucide, blanc ou rosâtre, recouvrant un grunstein avec

(1) Archives des sc. phys. et nat., 1850, t. XV, p. 248.
(2) Jour. für prakt. Chem., t. L, p. 496.
(3) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 771.

blende, de la mine abandonnée le Daniel, près de Freiberg. Il a une structure cristalline bacillaire, un éclat vitreux et perlé; sa dureté est 3, et sa p. sp. 3,1. M. *Naumann* (1) a examiné les cristaux qui sont identiques à ceux du cobalt arséniaté, et qui possèdent comme ces derniers un clivage très-facile parallèlement à l'une des faces. Au chalumeau, le minéral donne une perle; il se forme en même temps des vapeurs d'arsenic et un dépôt de zinc.

AsO^5.	ZnO.	CoO.	NiO.	HO.	Somme.
37,17 (diff.)	30,52	6,91	2,00	23,40	100,00

Sa composition se laisse représenter par



$$3(ZnO, AsO^5) + 8HO.$$

Carminspath. M. *Sandberger* (2) a décrit, sous le nom de Carminspath, un minéral qui accompagne la Beudantite de Horhausen. Il est rouge carmin; sa poussière est jaune rougeâtre. Chauffé dans le tube fermé, il ne s'altère pas. Il se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide azotique. C'est un arséniate anhydre de plomb et de fer.

Phosphates. Pyromorphite. M. *F. Sandberger* (3) a analysé une Pyromorphite cristallisée d'un vert clair, ayant une p. sp. de 7,1, provenant de Cransberg et une autre également cristallisée d'un jaune de cire, provenant d'Ems. Toutes les deux se laissent bien représenter par la formule connue : $3(3PbO, PO^5) + PbCl$.

Triphylline. M. *Rammelsberg* (4) a analysé la Triphylline de Bodenmaïs, décrite et analysée d'abord par *Fuchs*, qui lui a donné le nom d'Eisenapatite (I).

(1) Jour. für prakt. Chem., t. LXVIII, p. 256.
(2-3) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 772.
(4) Handwörterbuch, IVe S., p. 247.

M. *Baër* (1) a analysé aussi une Triphylline qui provenait également de Bodenmaïs (II).

	PO^5.	FeO.	MnO.	CaO.	MgO.	NaO.	KO.	LiO.	Fl.	SiO^3.	Somme.
I.	30,33	41,42	23,25	»	»	»	»	»	6,00	»	101,00
II.	36,36	44,52	5,76	1,00	0,73	5,16	1,19	5,09	»	1,78	100,59

Ces analyses présentent des différences notables, car, d'après MM. *Rammelsberg* et *Fuchs*, il y a du fluor dans la Triphylline de Bodenmaïs, tandis que M. *Baër* n'en signale pas, et y trouve au contraire une forte proportion d'alcalis.

Vivianite. M. *W. Fischer* (2) a analysé une Vivianite en cristaux incolores et transparents répandus dans un sable vert de la Delaware près Cantwels Bridge; ces cristaux deviennent vert clair sans perdre leur transparence, lorsqu'ils ont été exposés pendant quelques semaines à l'air libre.

PO^5.	FeO.	HO.	SiO^3.	Somme.
27,17	44,10	27,95	0,10	99,32

Cette analyse s'accorderait avec la formule de M. *de Kobell* : $(3FeO, PO^5) + 8HO$.

Delvauxite. M. *Delvaux* (3) a fait une nouvelle analyse de la Delvauxite dans laquelle il a trouvé moins d'eau que M. *Dumont*.

PO^5.	Fe^2O^3.	HO.	Somme.
18,20	40,44	41,13	99,77

Formule : $(PO^5, 2Fe^2O^3) + 18HO$.

M. *Breithaupt* pense que ce minéral est identique à la Diadochite.

Apatite (Francolithe). M. *Henry* (4) a donné le nom de Francolithe à une Apatite de Vheal Franco, près de Tavistock

(1) Jour. für prakt. Chem., t. XLVII, p. 462.
(2) Silliman. American Journ., 2e s., t. IX, p. 83.
(3) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 42.
(4) Phil. Mag., t. XXXVI, p. 134.

(Devonshire); elle se laisse représenter par la formule ordinaire de l'apatite fluorée



$$CaFl^2 + 3(CaO, PO^5);$$

mais elle contient 3,09 de protoxyde de fer et de magnésie.

M. *G. Bischof* (1) a trouvé également de petites quantités de magnésie dans les Apatites d'Ehrenfriedensdorf, de Schlakenwalde, d'Arendal, du lac de Laach, etc.

Phosphate de soude et d'ammoniaque. (Stercorite.)

M. *J. Herapath* (2) a trouvé dans du guano d'Ichaboë (côte ouest d'Afrique) des nodules et des masses cristallines brun jaunâtre, ayant la composition connue du Phosphate de soude et d'ammoniaque. Il désigne ce sel, qui est mélangé de 8,4 p. 100 de carbonate de chaux, de carbonate de magnésie, de phosphate de chaux, de sable et de matière organique, sous le nom de Stercorite. Le nom de Struvite avait déjà été donné au phosphate de soude et d'ammoniaque en gros cristaux, observés et décrits par M. *Ulex*, qui les avait trouvés près d'un abattoir de Hambourg.

Phosphate d'ammoniaque.

MM. *Tœschemascher* et *Hérapath* ont également observé du Phosphate d'ammoniaque dans le guano.

Lœvëite.

M. *Haidinger* (3) a décrit, sous le nom de Lœvëite, un minéral blanc jaunâtre ou jaune de miel trouvé dans l'anhydrite d'Ischel par M. *Schwind*. Il se clive avec difficulté suivant les faces d'une pyramide quadrangulaire dont les angles sont à peu près 111° 44′ et 105° 2′ et dont l'axe

(1) Lehrb. der Phys. und Chem. Geologie, t. I, p. 731.
(2) Silliman. American Journ., 2ᵉ s., t. VIII, p. 129.
(3) Haidinger, Bericht, t. II, p. 166; Neues Jahrbuch von Leonard und Bronn 1849, p. 861).

principal est de 1,3. Il n'a qu'un seul axe optique. Dureté = 2,5 à 3. P. sp. = 2,376. Son analyse a été faite par M. *Karafiat* sous la direction de M. *Lœve*.

NaO.	MgO.	MnO.	Fe^2O^3 et Al^2O^3.	SO^3.	HO.	Somme.
18,97	12,78	traces.	0,66	52,35	14,45	99,21

Formule : $2(NaO, SO^3 + MgO, SO^3) + 5HO$.

M. *Rammelsberg* (1) fait remarquer que la Lœvëite pourrait bien n'être autre chose que la Blödite de M. *John*.

Sulfates.

Strontiane sulfatée.

M. *G. Leonhardt* (2) a analysé dans le laboratoire de M. Rammelsberg une Strontiane sulfatée blanc rougeâtre, à structure rayonnée et concentrique, provenant des environs de Brunswick.

SO^3.	SrO.	CaO.	Fe^2O^3	Perte au feu.	Résidu.	Somme.
41,23	53,90	1,12	1,88	0,49	0,94	99,56

Glaubérite (Brongniartine).

M. *Ulex* (3) a trouvé dans le salpêtre du Chili des cristaux de Brongniartine ayant 1 à 1 1/2 pouce de longueur. Dureté 2,5 à 3. P. sp. = 2,64.

SO^3.	Bo^3.	CaO.	NaO.	Somme.
55,00	3,5	19,6	21,9	100,00

M. *Frankenheim* a mesuré ces cristaux, qui ont l'angle donné par *Naumann* et *Phillips*; aussi, d'après M. *Ulex*, l'acide borique proviendrait du mélange de borate de soude et de chaux ; il importe cependant de remarquer qu'il n'y aurait pas assez de bases pour former ce sel.

Gypse.

M. *de la Trobe* (4) a analysé dans le laboratoire de M. Rammelsberg un gypse fibreux et poreux, ayant la texture de la ponce et formé d'un agrégat de petits cristaux ; il provenait du volcan d'Albay (îles Luçon).

(1) Handwörterbuch, IVe S., p. 144.
(2) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 39.
(3) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 776.
(4) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 89.

SO^3.	CaO.	HO.	$Al^2O^3Fe^2O^3$.	SiO^3.	Somme.
44,19	29,41	20,18	0,64	6,43	100,85

Carbonates. Dolomie.

MM. *Fournet* et *Drian* (1) ont étudié les cristaux de Dolomie à faces courbes. M. *Drian* assimile ces cristaux à des surfaces développables ou à des polyèdres formés de facettes infiniment petites dans lesquels ces facettes proviendraient des intersections successives d'une série de plans de modifications en nombre infini; l'inclinaison de ces plans sur les angles ou sur les arêtes de la forme primitive ne serait plus soumise à des lois simples, mais varierait d'une manière continue entre certaines limites. Il a observé, par exemple, des rhomboèdres aigus de dolomie dont les faces sont très-courbes; ces faces résultent d'un nombre infini de modifications sur l'angle E (2) du rhomboèdre primitif P, modifications dans lesquelles les inclinaisons sur l'angle E varient d'une manière continue entre celles des rhomboèdres limites E^3 et E^∞; ce dernier rhomboèdre E^∞ ne diffère d'ailleurs pas du primitif P.

Fer carbonaté (Sphærosidérite).

M. *G. Bischof* (3) a analysé un Sphærosidérite brun jaunâtre, faisant une vive effervescence à froid avec l'acide chlorhydrique. Il contenait :

CO^2,FeO.	CO^2,MnO.	CO^2,CaO.	CO^2,MgO.	Somme.
56,06	14,79	14,01	15,14	100,00

Il se trouvait dans une amygdale où il était superposé à une couche très-mince d'hydroxyde de fer et de quartz, et où il était en partie recouvert par de la chaux carbonatée. Il paraît résulter de ce

(1) Société d'agriculture de Lyon. Juin 1850.
(2) *Voir* pour la notation, Dufrénoy, Traité. t. IV, *Pl. XXXVIII, fig.* 233.
(3) Lehrbuch, etc., t. II, p. 821.

mode de gisement que les oxydes de fer et de manganèse ont dominé dans les premières infiltrations qui ont eu lieu dans l'intérieur de l'amygdale, tandis qu'ensuite c'était la chaux. M. *Bischof* généralise ce fait pour les roches basaltiques dans lesquelles ces carbonates s'observent.

Calcite. M. *R. F. Marchand* (1) a constaté que les cristaux pseudomorphosés de Gaylussite provenant d'Obersdorf, près de Sangerhausen, ne sont autre chose que des carbonates de chaux avec 2,02 de sulfate de chaux. Ce résultat confirme les observations de MM. *Kersten* et *Des Cloizeaux* sur la même substance.

Hydromagnocalcite. M. *de Kobell* (2) a analysé des nodules blancs jaunâtres du Vésuve (I), qui ont été désignés sous le nom d'Hydromagnocalcite par M. *Rammelsberg*. M. *Hermann* a analysé un autre Hydrocarbonate qui a quelque analogie avec le précédent, bien qu'il contienne cependant beaucoup moins d'eau (II); ce dernier est associé au fer chrômé de Texas, comté de Lancastre (Pensylvanie). Il est en concrétions et en grains qui sont roses à l'intérieur, tandis qu'à l'extérieur ils sont rendus verts par un peu d'hydrocarbonate de nickel qui les entoure. P. sp. = 2,86.

	CaO.	MgO.	NiO.	FeO.	MnO.	CO^2.	Al^2O^3.	HO.	Somme.
I.	25,22	24,28	»	»	»	33,10	»	17,40	100,00
II.	20,10	27,02	1,25	0,70	0,40	44,54	0,15	5,84	100,00

Borates.

Tiza (Boronatrocalcite). M. *Ulex* (3) a décrit un minéral connu sous le nom de Tiza, qui forme des concrétions blanches et arrondies de la grosseur d'une noisette se trou-

(1) Rammelsberg, Handw., IVe S., p. 31.
(2) Rammelsberg, Handw., IIIe S., p. 58; IVe S., p. 109; J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 779.
(3) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 779.

vant au-dessous des couches de salpêtre dans le sud du Pérou. Il est mélangé de gros cristaux de glaubérite. Il présente des fibres cristallines à éclat soyeux qui paraissent se rapporter à un prisme hexagonal. P. sp. = 1,8. Il est à peine soluble dans l'eau froide, et difficilement soluble dans l'eau chaude. Humecté avec de l'acide sulfurique, il colore la flamme du chalumeau en vert. Il fond facilement en une perle limpide. L'analyse a donné dans deux expériences :

	BoO^3.	CaO.	NaO.	HO.	Somme.
I. . . .	49,5	15,7	8,8	26,0	100,00
II. . .	49,5	15,9	8,8	25,8	100,00

M. *Ulex* propose la formule



$$NaO, 2BO^3 + 2CaO, 3BO^3 + 10HO,$$

et se demande si ce minéral ne serait pas identique à celui d'Iquique décrit par M. *Hayes* (1); il faudrait admettre pour cela que la soude aurait passé inaperçue dans l'analyse de M. *Hayes*, et qu'elle aurait été reportée sur l'eau dosée par différence. Ces deux minéraux ne peuvent d'ailleurs être distingués l'un de l'autre, aussi la rédaction des Annalen der Chemie und Pharmacie les regarde-t-elle comme identiques, et propose-t-elle de les désigner sous le nom de Boronatrocalcite.

M. *Ulex* (2) a analysé des cristaux d'Atakamite ayant souvent 2 lignes de longueur qui tapissaient les druses d'une hématite rouge terreuse. Chlorure. Atakamite.

CuO.	Cu.	Cl.	HO.	SiO^3.	Somme.
56,23	14,56	16,12	11,99	1,10	100,00

Cette analyse confirme la formule



$$3(CuO, HO) + CuCl.$$

(1) Dana, Mineralogy, 1844, p. 243.
(2) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 780.

Minéraux organiques. **Dopplérite.**

MM. *Doppler* et *Haidinger* (1) ont décrit, sous le nom de Dopplérite, une substance qui est très-abondante dans une tourbière près d'Aussee (Styrie). Lorsqu'elle est fraîche, elle est gélatineuse, à éclat gras et vitreux, de couleur noir brunâtre. P. sp. = 1,089 (*Fœtterle*). A l'air elle devient élastique comme le caoutchouc. M. *Schroëtter* (2), qui l'a analysée, a constaté qu'elle perd 78,5 à 100°, et qu'elle ressemble alors à la poix noire préparée avec le bitume provenant de la distillation de la houille. La lessive de potasse ne dissout pas la Dopplérite desséchée, mais elle en dissout 14,6 quand elle est fraîche; l'acide chlorhydrique la précipite ensuite de la dissolution, et elle ne paraît pas avoir été modifiée. Déduction faite des cendres et de 1,03 d'azote, l'analyse a donné pour sa composition : carbone 51,63, hydrogène 5,34, oxygène 43,03; d'où la formule $C^8 H^5 O^5$.

M. *Schrötter* regarde la substance comme une tourbe plus homogène qu'à l'ordinaire qui se serait formée aux dépens de la cellulose ($C^8 H^7 O^7$), cette dernière ayant perdu 2 atomes d'eau.

Combustibles.

M. *Woskressensky* (3) a déterminé, comme l'avait fait antérieurement M. *Regnault*, la composition élémentaire de divers Combustibles minéraux provenant de l'empire russe. — (I). Anthracite de Gruschewka employée par les cosaques du Don. — (II). Anthracite de Lissitschja Balka. — (III). Houille des environs de Solikamsk (Gouvernement de

(1) J. Liebig et H. Kopp, 1849, t. II, p. 781.
(2) Haidinger, Wien. Acad. Ber., 1849, nov. et déc., p. 285.
(3) Erdmann und Marchand, Journ. t. XXXVI, p. 185; et Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn, 1850, p. 617.

Perm).—(IV) Houille du village Krassnokut, près de la ville Bachmut. — (V) Houille de Petrowska Sloboda. — (VI) Houille du Caucase des environs de la forteresse Tschernolesnaja. — (VII) Houille du village Selenina (Gouvernement de Kaluga).— (VIII) Houille des bords de l'Oka (gouvernement de Wladimir).—(IX) Houille de Riasan, rive gauche de la Ranowa, près le village Grigorjewa. — (X) Lignite des environs de Tiflis. — (XI) Combustible des bords du fleuve Argunia. — (XII) Schiste bitumineux des bords du Windau (Courlande).— (XIII) Tourbe des environs d'Ochta.

	CARBONE.	HYDROGÈNE.	OXYGÈNE et azote.	CENDRES.
I.	73,785	1,732	2,940	1,543
II.	90,598	2,840	1,712	4,850
III.	72,228	4,275	17,457	6,040
III.	71,173	4,977	21,502	2,348
IV.	72,249	3,524	21,067	3,160
V.	70,724	4,855	21,705	2,716
VI.	63,934	4,210	12,456	19,380
VII.	60,262	4,430	28,848	6,460
VIII.	50,259	4,510	19,271	25,960
IX.	63,346	5,678	27,936	3,040
X.	47,462	4,560	33,028	14,950
XII.	20,600	2,750	19,730	56,920
XIII.	39,084	3,788	51,088	6,040

MM. *de la Bêche* et *Playfair* (1) ont également déterminé la composition élémentaire d'un grand nombre de Combustibles, et le tableau ci-dessous donne les principaux résultats qu'ils ont obtenus pour les Houilles de la Grande-Bretagne. Houilles.

(1) Mech. Mag. 1848, n° 1285-88; Dingl. polytesch. Journal, t. CX, p. 212-263.

LOCALITÉ de laquelle provient LA HOUILLE.	100 PARTIES DE HOUILLE DESSÉCHÉES A 110 DEGRÉS contiennent :					laissent :		Poids spécifique.
	Carbone.	Hydrogène.	Azote.	Soufre.	Oxygène.	Cendres.	Coke.	
Pays de Galles.								
Graigola.	84,87	3,84	0,41	0,45	7,19	3,24	85,5	1,300
Anthracite (Jones et Co)	91,44	3,36	0,21	0,79	2,58	1,52	92,9	1,375
Old-Castle Fiery Vein.	87,68	4,89	1,31	0,09	3,39	2,64	79,8	1,289
Wards Fiery Vein. . . .	87,87	3,93	2,02	0,83	7,04		»	1,344
Bines-Keble.	88,66	4,63	1,43	0,33	1,03	3,96	88,1	1,304
Llangennach.	85,46	4,20	1,07	0,29	2,44	6,54	83,7	1,312
Pentrepoth.	83,72	4,50	0,18	»	3,24	3,36	82,5	1,316
Pentrefelin.	85,52	3,72	trace	0,12	4,55	6,09	85,0	1,358
Duffryn.	88,26	4,66	1,45	1,77	0,60	3,26	84,3	1,326
Mynydd Newydd. . . .	84,71	5,76	1,56	1,21	3,52	3,24	74,8	1,310
Threequart, Rock Vein.	75,15	4,93	1,07	2,85	5,04	10,96	62,5	1,340
Cwm Frood.	82,25	5,84	1,11	1,22	3,58	6,00	68,8	1,255
Cwm Nanty-gros. . . .	78,36	5,59	1,86	3,01	5,58	5,60	65,6	1,280
Resolven.	79,33	4,75	1,38	5,07	9,41		83,9	1,320
Pontypool.	80,70	5,66	1,35	2,39	4,38	5,52	64,8	1,320
Bedwas	80,61	6,01	1,44	3,50	1,50	6,94	71,7	1,320
Ebbw Vale.	79,78	5,15	2,16	1,02	0,39	1,50	77,5	1,275
Porth-Mawr Rock Vein.	74,70	4,79	1,28	0,91	3,60	14,72	63,1	1,390
Colehill.	73,84	5,14	1,47	2,34	8,29	8,92	56,0	1,290
Écosse.								
Dalkeith Jewel Flötz. .	74,55	5,14	0,10	0,33	15,51	4,37	49,8	1,277
— Coronation. .	76,94	5,20	trace	0,38	14,37	3,10	53,6	1,316
Wallsend Elgin. . . .	76,09	5,22	1,41	1,53	5,05	10,70	58,4	1,200
Fordel Splint.	79,58	5,50	1,13	1,46	8,33	4,00	52,0	1,250
Grangemouth.	79,85	5,28	1,35	1,42	8,58	3,52	56,6	1,290
Angleterre.								
Broomhill.	81,70	6,17	1,84	2,85	4,37	3,07	59,2	1,250
Parkend Lydney. . . .	73,52	5,69	2,04	2,27	6,48	10,00	57,8	1,283
Irlande.								
Slievardagh.	80,03	2,30	0,23	6,76	10,60		96,1	1,590

MM. *de la Bèche* et *Playfair* ont en outre fait des recherches importantes, principalement au point de vue de la navigation à vapeur, sur la valeur industrielle des différents combustibles; cette valeur était estimée d'après la quantité de vapeur d'eau qu'un poids du combustible pouvait produire dans un temps donné, et aussi d'après le menu qu'il donnait lorsqu'on le faisait tourner pendant un certain temps dans un trommel à claire-voie. Cette dernière opération était très-utile, car elle servait à apprécier le menu ou le déchet auquel le combustible donne lieu par suite des mouvements du navire qui le porte.

Roches.

Diorite.

M. *G. Bischof* (1) a analysé différentes Diorites sans quartz. (I) Diorite schistoïde avec petites aiguilles de hornblende parallèles à la schistosité; sans feldspath visible; de Miltitz (Saxe). — (II) Diorite schistoïde avec aiguille de hornblende plus grosse que dans l'échantillon précédent; de Hartmannsgrün (Bohême). — (III) Diorite schistoïde contenant de beaux grenats rouges et un peu de mica; de Kalvola (Finlande). — (IV) Diorite formée de hornblende et d'un feldspath blanc et à éclat gras du sixième système; de Weidenthal, au pied du Mellibokus.

	I.	II.	III.	IV.
P. sp.	3,008	3,035	3,198	2,947
SiO^3.	48,65	48,62	50,15	49,42
Al^2O^3.	16,42	20,19	13,30	18,12
Fe^2O^3.	23,85	12,15	27,54	16,11
Mn^2O^3.	0,48	traces.	0,30	»
CaO.	7,16	11,93	0,59	8,65
MgO.	2,32	1,90	2,65	3,16
NaO.	0,89	2,31	1,70	2,57
KO.	0,56	1,27	0,89	1,27
Perte au feu..	0,21	0,62	0,26	1,80
Somme.....	100,54	98,99	97,38	101,10

(1) Lehrbuch, etc., t. II, p. 930.

Dans ces diorites les proportions de bases sont assez variables, mais la teneur en silice est à peu près constante et égale à celle de la Diorite orbiculaire de Corse : il est remarquable que toutes ces diorites qui ont une faible teneur en silice ne contiennent généralement pas de quartz. Leur grand poids spécifique doit être attribué à leur grande richesse en oxyde de fer, et par suite en hornblende.

Roches avec hornblende.

M. *G. Bischof* a analysé également d'autres Roches contenant de la hornblende. — (V) Diorite schistoïde, très-cristalline, avec un peu de quartz; de Mittel-Steine. — (VI) Roche avec petits cristaux de hornblende vert noirâtre, paillettes de mica et lamelles feldspathiques non striées; de la vallée de Schœnberg; on n'y voit pas de quartz. — (VII) Même roche que (VI), décomposée. — (VIII) Roche verte, grenue au contact d'une diorite, dans laquelle on ne voit pas de hornblende; de Weidenthale. — (IX) Roche avec hornblende, assez semblable à de l'eurite porphyrique; prise entre Rammelsbuch et Alten-Glan (Bavière Rhénane); on n'y voit pas de quartz.

	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.
P. sp.	»	2,820	»	2,814	2,687
SiO^3......	54,75	58,90	61,09	60,97	61,04
Al^2O^3.....	13,48	20,73	14,48	16,44	16,66
FeO......	14,38	9,83	8,95	10,58	9,09
Mn^2O^3.....	»	»	0,93	0,08	»
CaO......	6,19	5,32	5,01	5,14	1,18
MgO......	4,79	2,01	0,85	1,80	1,84
NaO......	4,61 (NaO + KO)	2,09	1,81	3,41	2,85
KO		1,80	1,36	0,80	2,17
Perte au feu.	1,80	0,99	1,82	1,03	3,55
Somme. ...	100,00	101,67	96,30	100,25	98,38

Ces Roches ont une pesanteur spécifique moindre que les diorites; elles sont aussi beaucoup moins riches en hornblende.

Les Diorites et les Roches précédentes ont une teneur en chaux supérieure à leur teneur en magnésie; il n'y a d'exception à cet égard que pour (IX), qui, d'après M. *Bischof*, aurait perdu une partie de sa chaux par décomposition, comme sa grande perte au feu semble l'indiquer.

Basalte et Roches associées.

M. *G. Bischof* (1) a étudié le Basalte provenant du gisement classique d'Alte Birke, près de Siegen. Dans l'analyse de ce Basalte et des divers produits de décomposition auxquels il donne lieu, il a obtenu les résultats suivants : (I) Basalte de la mine de fer Alte Birke appartenant à un filon dont la plus grande puissance est de 2 mètres environ; il contient du péridot, des cristaux imparfaits de labrador, et rarement du fer oxydulé; ses amygdales sont quelquefois remplies de sphœrosidérite. — (II) Wake basaltique gris verdâtre sale, avec parties ocreuses provenant de sphœrosidérite décomposé; elle appartient également au filon précédent. — (III) Wake argileuse, constituant la plus grande partie du filon basaltique; elle est gris bleuâtre, avec des points et des veines d'un jaune d'ocre : elle contient des grains provenant de tous les minéraux du basalte, et souvent du fer oxydulé. — (IV) Hydroxyde de fer brun (Braun Eisen opal), formant des veines ayant au plus $0^m,25$, qui sont toujours à la salbande du filon de basalte. — (V) Hydroxyde de manganèse noir (Schwartz Eisen opal), en veines ayant rarement plus de $0^m,06$ d'épaisseur, qui sont répandues accidentellement dans la Wake argileuse.

(1) Bischof. Lehrbuch, etc., t. II, p. 795.

	I.	II.	III.	IV.	V.
SiO^3.	41,35	17,07	42,39	13,90	14,10
Al^2O^3.	7,06	10,38	27,48	5.82	8,78
FeO^3.	»	»	17,08	61,50	0,61
MnO^3.	5,65	0,58	»	»	MnO^3 59,30
FeO.	2,57	44,51	»	»	»
MnO.	»	»	»	»	»
CaO.	8,33	»	»	»	trace.
MgO.	1,68	2,22	0,09	1,71	1,83
NaO.	2,06	traces.	0,41	KO 0,09	0,38
H.	0,80	25,78	12,35	14,76	12,42
Mat. organ.	7,98	1,42	0,33	»	»
Co^2 FeO. . .	22,52	»	»	»	»
	100,00	100,96	100,08	96,88	97,36

Toutes ces roches contiennent de la matière organique dont la présence a été démontrée par une distillation sèche, et les trois premières dégagent assez d'ammoniaque pour bleuir le papier de curcuma ; il n'y a que très-peu de matière organique et d'ammoniaque dans (IV) et dans (V). Ces faits s'accordent avec ceux qui ont été observés déjà par MM. *Knox*, *Braconnot* ainsi que par moi dans les trapps, dans les mélaphyres des Vosges, dans les serpentines, les diorites, les syénites, les granites, les pegmatites, et même dans les ponces et les obsidiennes (1).

M. *Bischof* a constaté que l'acide carbonique de ces roches ne peut pas être dosé directement en les calcinant, parce que la matière organique qui les accompagne le transforme en oxyde de carbone. Les expériences de MM. *Dœbereiner*,

(1) Observations sur la roche ignée d'Essey, par M. Levallois (Mémoires de la Société des sciences, etc., de Nancy, 1846). — Indices de débris organiques dans les roches les plus anciennes du globe, par M. Braconnot (Ann. de la Soc. d'émulation des Vosges, 1837, p. 401.) — Bulletin de la Soc. géolog., 2e s., t. IV. p. 1444, etc.

Fuchs, *Krämer* (1) et *Glasson* (2) apprennent d'ailleurs que dans la calcination même du carbonate de fer une partie de l'acide carbonique suroxyde le protoxyde de fer et donne lieu à une quantité correspondante d'oxyde de carbone ; d'après M. Glasson, la réaction serait représentée par



$$6(FeO, CO^2) = 5CO^2 + CO + 4FeO, Fe^2O^3.$$

La teneur en silice du Basalte (I) est très-faible ; la grande quantité de sphœrosidérite qu'il contient indique qu'il a dû être modifié par des infiltrations.

La Wake (II) résulte, d'après M. *Bischof*, d'une décomposition du basalte qui aurait perdu sa chaux, ses alcalis, et la plus grande partie de sa silice.

La Wake argileuse (III) résulterait à son tour d'une décomposition de (II), qui aurait perdu la plus grande partie de son oxyde de fer : cet oxyde se serait concentré dans les salbandes, telles que (IV), tandis que l'oxyde de manganèse, qui en est séparé d'une manière très-nette, aurait formé des veines telles que (V).

M. *Bischof* fait remarquer que l'alumine résiste le mieux aux infiltrations, et que les quantités d'alumine de (I), (II), (III) vont successivement en augmentant.

Basalte décomposé.

M. *Rhodius* (3) a analysé deux échantillons (I, II) d'un Basalte mou et très-décomposé du Virnberg, près de Rheinbreitenbach ; il est gris verdâtre ou vert foncé, et il contient de l'olivine,

(1) Rammelsberg Handw., IVe s., p. 207.
(2) Annalen der Chemie und Pharmacie, t. LXII, p. 89.
(3) Rammelsberg Handw., IVe s., p. 21.

du fer titané et du cuivre natif. P. sp. = 187. Il forme un filon qui rencontre dans la grauwake un filon de quartz avec minerais de cuivre. L'analyse a donné après calcination :

	SiO^2.	Al^2O^3.	Fe^2O^3.	FeO.	MgO.	Somme.
I. . . .	46,4	21,7	1,1	20,2	10,8	100,2
II. . . .	49,6	25,9	0,6	13,1	10,0	99,2

En se décomposant, ce Basalte a complétement perdu sa chaux et ses alcalis.

Schiste argileux. M. *G. Bischof* (1) a fait l'analyse de divers Schistes argileux (Thonschieffer). — (I) et (II) ressemblent à l'ardoise; le dernier contenait quelques veines de sphœrosidérite, qui ont été enlevées aussi bien que possible; ils forment la salbande du filon de fer carbonaté à la mine du Cheval, près de Siegen. — (III) Schiste verdâtre paraissant être le passage du Schiste argileux à la diorite schistoïde du terrain de transition de Neuhof. — (IV) Schiste vert alternant avec des schistes feldspathiques; de Neife-Wehr. — (V) Schiste argileux noir bleuâtre, avec un peu de matière charbonneuse, sans quartz; de Rothwaltersdorf. — (VI) et (VII) Ardoises noires, très-calcaires, dans lesquelles on ne voit cependant pas de lamelles de carbonate de chaux; elles appartiennent à une des couches supérieures du terrain devonien, et elles sont au-dessus du calcaire de l'Eisel. Elles ont été recueillies par M. *de Dechen* : (VI), à la mine Lohe; (VII), à la mine Ostwig.

(1) G. Bischof. Lehrbuch, etc., t. II, p. 991, p. 1075.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.
a	FeO, CO^2	»	»	»	0,90	»	0,49	0,50
	CaO, CO^2	»	»	9,39	13,81	»	24,99	26,02
	MgO, CO^2	»	»	0,25	3,72	»	0,31	0,16
	SiO^3	»	»	»	0,05	»	»	»
	Al^2O^3						0,84	0,19
	Fe^2O^3							2,72
b	SiO^3	50,01	47,08	45,66	47,73	61,72	45,40	38,80
	Al^2O^3	34,74	36,71	12,33	2,64	19,55	9,92	9,44
	FeO	3,73	4,96	23,20	17,94	8,54	8,35	11,71
	CaO	»	traces.	1,69	7,82	0,55	trace.	trace.
	MgO	0,87	0,69	1,24	1,79	1,08	0,65	0,39
	NaO	0,04	0,37					
	KO	7,21	6,27	6,24	3,60	4,81	9,05	10,17
	HO	3,27	5,43			3,74		
		99,87	100,81	100,00	100,00	100,00	100,00	100,09

Les schistes (III), (IV) et surtout (VI) et (VII) renferment du carbonate de chaux : *a* désigne la partie attaquée par l'acide chlorhydrique ; *b*, la partie attaquée ensuite par le carbonate de soude.

(I) et (II) ne contiennent pas de chaux ; ils sont au contraire très-riches en alcalis ; d'après M. *Bischof*, la chaux aurait été enlevée à l'état de carbonate par l'action du carbonate alcalin sur le silicate de chaux de la roche. Abstraction faite de la chaux, leur composition diffère peu de celle d'une Diorite orbiculaire de Corse contenant 90 pour 100 de feldspath.

Si on retranche les carbonates de (III), on trouve de même que sa composition diffère peu de celle de la diorite schistoïde de Miltitz (I) (1).

D'après la comparaison des analyses précédentes avec celles des Diorites, M. *Bischof* admet cette hypothèse hardie que le Schiste argileux peut, dans certaines circonstances, se transformer en Diorite schistoïde.

---

(1) Voir Diorites, p. 309.

Dans les Schistes argileux il n'y a, il est vrai, qu'une très-petite quantité de soude, tandis que dans les Diorites la soude est toujours l'alcali dominant; mais M. *Bischof* (1) a constaté que quand du silicate de potasse précipité par l'alcool d'une dissolution de silice dans la potasse, est dissous dans l'eau, puis traité par du chlorure de sodium, et enfin par de l'alcool, il se forme un précipité de silicate de soude et du chlorure de potassium. Il conclut de cette expérience que le silicate de potasse du Schiste argileux peut être décomposé par l'action d'eaux qui, comme celles de la mer, contiennent des sels de soude, et que par conséquent dans ce cas le Schiste s'appauvrit en potasse et s'enrichit en soude.

Les extraits de Minéralogie qui précèdent proviennent en grande partie du *Jahresbericht über die fortschritte der Chemie*, publié par MM. *Justus Liebig* et *Hermann Kopp* avec la collaboration de MM. *Dieffenbach* et *Ettling* pour la partie minéralogique, du *IVe Supplément zu dem Handwörterbuch des chemischen Theils der Minéralogie*, publié par M. *C. F. Rammelsberg*, du *Neues Jahrbuch von Leonhard und Bronn, etc., etc.* : ils mentionnent surtout les travaux étrangers publiés en 1849, et ils s'arrêtent à la fin de 1850; le peu de place disponible dans les Annales des mines n'a d'ailleurs pas permis de les rendre plus complets.

---

(1) G. Bischof, Lehrbuch, etc., t. II, p. 986.

RECHERCHES SUR LA TOURMALINE.

Par M. C. RAMMELSBERG (1).

(EXTRAIT PAR M. DELESSE.)

Les Tourmalines que j'ai analysées ont été triées avec soin, et j'ai choisi celles qui ne paraissaient pas altérées; quand elles étaient altérées, je l'ai d'ailleurs fait connaître. Leur densité a été prise en faisant bouillir dans une capsule de platine une quantité indéterminée de Tourmaline grossièrement pulvérisée, et préalablement séparée par un tamisage de la partie la plus fine; quant à la poussière surnageante, elle avait d'abord été rejetée, en plongeant plusieurs fois la capsule dans l'eau. Lorsque j'avais déterminé le poids de la Tourmaline dans l'eau, le poids de la matière sur laquelle j'avais opéré était recherché, en faisant évaporer l'eau de la capsule à une douce chaleur.

Pour l'attaque par le carbonate alcalin, la Tourmaline porphyrisée et chauffée au rouge était fondue avec trois ou quatre fois son poids de carbonate de soude qui était mélangé quelquefois avec du carbonate de potasse; ces deux carbonates avaient été préparés en calcinant les bicarbonates. La liqueur était traitée par le carbonate de potasse;

(1) Poggendorff. Annalen, tome LXXX, page 449, et tome LXXXI, page 1. Ueber die Zusammensetzung des Turmalins, verglichen mit derjenigen des Glimmers und Feldspaths, und über die Ursache der Isomorphie ungleichartiger Verbindungen von C. Rammelsberg.

le précipité était bouilli deux fois avec de la potasse ; l'alumine était précipitée par le carbonate d'ammoniaque, rougie, pesée, puis lavée de nouveau et repesée; on séparait ensuite, en la dissolvant dans l'acide sulfurique, la petite quantité de silice qui pouvait l'accompagner.

La partie du précipité par le carbonate d'ammoniaque qui était insoluble dans la potasse était dissoute dans l'acide chlorhydrique ; la liqueur était neutralisée avec de l'ammoniaque jusqu'à ce qu'elle prît une couleur jaune rouge; on la traitait alors par de l'acétate de soude, jusqu'à ce qu'elle prît une couleur sombre, puis par le succinate d'ammoniaque, et elle était chauffée sur le bain de sable jusqu'à ce que le succinate de fer se fût complétement précipité; on le lavait d'abord avec de l'eau froide, et ensuite avec de l'ammoniaque et avec de l'eau chaude. Dans certains cas, la neutralisation se faisait par le carbonate de soude, et la précipitation du fer avait lieu par le succinate de soude.

Dans la liqueur filtrée on versait de l'ammoniaque, puis de l'acide oxalique, pour précipiter la chaux qui entraînait quelquefois avec elle du manganèse ; aussi le précipité rougi faiblement était-il mis en digestion avec de l'acide azotique froid et très-étendu.

J'ai constaté que l'acide fluorhydrique ne dissout que 40 pour 100 de la Tourmaline bien porphyrisée et à l'état naturel, mais qu'il l'attaque complétement lorsqu'elle a été fortement chauffée dans un fourneau au coke, de manière qu'elle se fonde, ou au moins qu'elle s'agglutine, comme cela a lieu même pour les variétés rouges. J'ai profité de cette propriété pour doser les alcalis; cependant je les ai dosés aussi par des attaques au carbonate de baryte.

Les alcalis étant amenés à l'état de chlorures, après avoir séparé la potasse par le chlorure de platine, on précipitait ce dernier par le chlorhydrate d'ammoniaque, on évaporait la liqueur à sec après filtration, et on avait les chlorures de soude et de lithine; pour séparer la lithine, j'ai employé un mélange de 1 vol. d'alcool absolu et de 2 vol. d'éther, qui a été agité et mis en digestion pendant plusieurs heures avec le chlorure rougi; j'ai filtré ensuite sur un filtre pesé qui, après dessiccation, m'a donné le chlorure de sodium.

La détermination des proportions des deux oxydes de fer présentait de grandes difficultés : pour y parvenir, j'ai mis dans un creuset de platine la Tourmaline pulvérisée et mêlée avec quatre à six fois son poids de verre de borax, dont une partie avait été réservée pour une dernière couche destinée à empêcher l'oxydation; le creuset était placé dans une cornue de platine dans laquelle il était maintenu et entouré par du carbonate de magnésie et dont le tube de dégagement pour les gaz plongeait un peu dans l'eau. L'appareil était chauffé peu à peu à l'aide de lampe à soufflet de Plattner jusqu'à une bonne chaleur rouge qu'on soutenait pendant une demi-heure. Ensuite, une partie du verre obtenu était grossièrement pulvérisé, puis mise avec de l'eau bouillie et avec de l'acide chlorhydrique dans un ballon rempli d'acide carbonique; on y versait alors du chlorure d'or qu'on laissait pendant plusieurs jours dans le ballon bouché. L'or mêlé avec la silice était dissous dans l'eau régale après une première pesée, après quoi on prenait le poids du résidu insoluble. Par ce procédé, on obtient ordinairement un résultat trop faible, et qui peut être in-

borofluorure se dissout d'une manière très-notable dans le lavage.

Pour doser l'acide borique dans la Tourmaline de Paris (Maine), j'ai fait fondre cette Tourmaline avec un alcali ; j'ai repris la masse par l'eau et j'ai évaporé à sec la liqueur après l'avoir traitée à plusieurs reprises par du carbonate d'ammoniaque ; le résidu ayant été décomposé par de l'acide sulfurique concentré, l'acide borique fut dissous avec de l'alcool chaud saturé par de l'ammoniaque et enfin évaporé. Dans la plupart des analyses cependant l'acide borique a été déterminé par différence.

Les Tourmalines que j'ai analysées par les procédés qui viennent d'être décrits sont les suivantes :

N° 1. Tourmaline rouge brunâtre, de Gouverneur, comté de Saint-Laurent (État de New-York); engagée dans une amphibole blanche, à grandes lamelles, et accompagnée de traces d'épidote jaune verdâtre.

N° 2. T. brune, de Windisch-Kappel (Carinthie).

N° 3. T. vert foncé, d'Eibenstock (Saxe).

N° 4. T. brun noirâtre, d'Oxford (New-Hampshire); dans un schiste talqueux.

N° 5. T. brune, de Monroe (Connecticut); dans un schiste micacé et talqueux.

N° 6. T. noire, du Zillerthal (Tyrol); dans un talc blanc et dur, accompagnée d'amphibole verte.

N° 7. T. noire, de Godhaab (Groënland).

N° 8. T. noire, de Texas, comté de Lancastre (Pensylvanie).

N° 9. T. brun noirâtre, du Saint-Gothard.

N° 10. T. noire, de Havredal, près Krageroe (Norwège); associée avec du quartz, de l'albite et du fer titané.

N° 11. T. noire, de Ramfossen, près Snarum (Norwège).

N° 12. T. noire, de Haddam (Connecticut); dans le quartz.

N° 13. T. noire, de Haddam (Connecticut); associée au

chrysobéryl dans un filon de granite traversant le gneis.

N° 14. T. noire, d'Unity (New-Hampshire); da s le quartz.

N° 15. T. noire, de Bovey-Tracy, dans le Devonshire (Angleterre); dans le granite.

N° 16. T. noire, d'Alabaschka, près Mursinsk (Oura.); dans une pegmatite.

N° 17. T. noire, de Sonnenberg, près Andreasberg (Hartz); dans le granite.

N° 18. T. noire, de la seigneurie Saar (Moravie).

N° 19. T. noire, de Langenbielau (Silésie); dans une pegmatite.

N° 20. T. noire, de Krummau (Bohême); dans une pegmatite.

N° 21. T. bleu noirâtre, de Sarapulsk, près Mursinsk (Oural).

N° 22. T. noire, de l'île d'Elbe.

N° 23. T. verte, de l'île d'Elbe.

N° 24. T. verte, de Paris (Maine); extraite de la partie centrale d'une Tourmaline rouge.

N° 25. T. verte, du Brésil.

N° 26. T. verte, de Chesterfield (Massachusets); dans un filon de granite avec periklin, traversant le gneis.

N° 27. T. rouge, de l'île d'Elbe.

N° 28. T. rouge, de Paris (Maine).

N° 29. T. rouge, de Schaitansk (Oural); dans le granite.

N° 30. T. rouge, de Rozena (Moravie); dans le granite à lépidolithe.

Au chalumeau ces Tourmalines fondent généralement avec bouillonnement, à l'exception des variétés roses et de certaines variétés vertes.

Au fourneau elles se boursouflent et elles donnent une espèce de ponce blanchâtre, grise, brunâtre et rarement noirâtre.

Les variétés qui ne fondent pas au chalumeau, et même certaines variétés noires, s'agglutinent seulement et présentent une couleur rouge d'oxyde de fer.

Numéro d'ordre.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
P. sp. . .	3,049	3,035	3,034	3,068	3,068	3,054	3,072	3,043	3,056	3,107	3,145	3,136	3,132
Perte au feu	3,19	2,93	3,50	3,49	3,32	2,54	3,11	3,30	3,25	2,93	2,39	2,49	2,72
Fl	2,28	2,10	2,54	2,50	2,38	2,60	2,28	2,36	2,33	2,10	1,71	1,78	1,95
PO⁵	traces.	0,12	»	0,24	»	0,24	0,11	0,20	0,24	0,68	0,11	traces.	21,00
SiO³	38,85	39,08	37,58	38,33	39,01	37,94	37,70	38,45	38,60	37,11	37,22	37,50	36,55
BoO³	8,25	8,39	8,86	9,86	9,04	8,58	7,36	8,48	8,99	8,78	8,70	7,94	4,87
Al²O³	31,32	34,21	39,88	33,15	31,12	33,64	34,53	34,56	32,28	31,26	29,70	30,87	32,46
Fe²O³	1,27	1,43*	4,85	3,07	3,44	2,70	4,69	3,51	6,36	7,57	11,45	8,31	11,08
FeO	»	»	»	0,12	0,96	0,37	0,25	»	1,51	0,77	0,86	1,06	0,50
Mn²O³	»	»	»	»	»	»	»	0,09	»	»	»	»	»
MgO	14,89	11,22	11,62	10,89	9,90	10,46	9,51	9,11	7,27	9,48	7,94	8,60	8,51
CaO	1,60	0,61	0,83	0,77	1,31	0,96	1,25	0,71	1,31	0,80	0,65	1,61	1,80
NaO	1,28	2,37	2,27	1,52**	1,82	2,13	2,00	2,00	1,42	1,78	1,13	1,60	2,28***
LiO	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
KO	0,26	0,47	0,30	»	0,44	0,37	0,43	0,73	0,28	0,32	0.53	0,78	»
Somme. .	100,00	100,00	100,00	100,45	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* Cet oxyde de fer est manganésifère. — ** NaO et KO. — *** NaO et KO.

Numéro d'ordre.	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
P. sp.	3,192	3,205	3,228	3,243	3,181	3,152	3,135	3,162	2,932	3,112	3,069	3,107	3,108	3,022	3,310	3,082	2,998
Perte au feu.	2,23	2,09	2,15	2,31	1,82	2,00	2,66	2,44	»	3,28	»	2,92	2,94	3,37	3,61	3,45	3,77
Fl	1,59	1,49	1,54	1,64	1,30	1,43	1,90	1,75	2,00	2,35	2,00	2,09	2,10	2,41	2,58	2,47	2,70
PO^5	»	0,12	»	0,12	traces	traces	»	0,06	»	»	»	traces	»	0,10	0,27	0,27	0,22
SiO^3	36,29	37,00	35,74	36,51	36,82	37,24	38,43	38,30	36,71	38,19	38,47	38,55	40,26	39,27	38,33	38,38	41,16
BoO^3	5,94	7,66	8,00	7,66	8,70	7,62	8,06	6,32	7,11	7,58	7,69	7,29	7,79	7,87	9,00	7,41	8,56
Al^2O^3	30,44	[illegible],09	34,40	32,92	35,50	33,97	34,25	36,47	36,00	39,16	40,93	38,40	38,00	44,41	43,15	43,97	41,83
Fe^2O^3	13,08	9,33	7,61	8,13	6,57	10,77**	9,98	6,35	7,14	3,14	3,08	5,13	2,61	»	»	»	»
Mn^2O^3	»	»	»	»	»	»	»	3,71	»	»	»	»	0,90	0,64	1,12	2,80	0,97
FeO	2,38	6,19	8,60	9,51	7,08	1,95	1,44	3,84	»	»	»	2,00	3,80	»	»	»	»
MnO	»	»	»	0,11	»	»	»	»	5,52	4,26	1,55	0,73	»	»	»	»	»
MgO	6,32	2,58	1,76	0,78	1,55	3,65	3,84	0,53	2,30	1,00	1,21	0,73	0,80	0,78	1,02	1,62	0,61
CaO	1,02	0,50	0,86	0,72	0,81	0,62	0,44	0,27	0,80	0,84	0,88	1,14	0,81	»	»	0,62	»
NaO	1,94*	1,39	1,02	1,36	0,98	1,93	1,36	2,37	2,40	2,40	2,36	2,37	2,00	2,60	2,60	1,97	1,37
LiO	»	»	»	»	»	»	»	»	»	0,74	1,47	1,20	0,20	1,22	1,17	0,48	0,41
KO	»	0,65	0,47	0,58	0,09	0,82	0,30	0,33	0,38	0,34	0,36	0,37	0,64	1,30	1,68	0,21	2,17
Somme.	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

* NaO et KO. — ** Un peu manganésifère.

Je n'ai pas fait entrer le fluor dans le calcul de la formule, car il y en a moins que dans beaucoup de micas. Je pense d'ailleurs que le fluor forme dans la tourmaline, aussi bien que dans le mica, des silicio ou des borofluorures métalliques de tous les radicaux, ayant la même composition que le minéral lui-même, mais dans lesquels l'oxygène serait remplacé par du fluor.

L'acide phosphorique est accidentel et toujours en petite quantité; il a également été négligé dans la formule.

L'oxygène de l'acide borique a été réuni à celui de l'acide silicique dans le calcul de l'oxygène de l'élément acide : on a de même réuni d'une part l'oxygène de toutes les bases faibles ou à 3 atomes, telles que l'alumine, le sesquioxyde de fer et le sesquioxyde de manganèse, et d'autre part, l'oxygène de toutes les bases fortes ou à 1 atome. Il a d'ailleurs été admis que la couleur rouge de la Tourmaline tenait à ce que le manganèse y était à l'état de sesquioxyde; mais le manganèse pourrait cependant être à l'état d'acide hypermanganique.

En faisant le calcul des quantités d'oxygène, ainsi qu'il vient d'être dit, j'ai adopté une classification chimique pour les Tourmalines, et je les ai réparties en cinq groupes d'après les rapports des quantités d'oxygène de $\dot{R}$, $\dddot{\bar{R}}$, $\dddot{Si} + \dddot{B}$; ces rapports ne concordent pas toujours très-exactement avec ceux qui ont été admis, mais les tourmalines réunies dans un même groupe présentent cependant la plus grande analogie dans leur composition et dans leurs propriétés physiques.

Ier *Groupe.* — Rapports d'oxygène $= 1 : 3 : 5$.

Il comprend les Tourmalines depuis le n° 1

jusqu'au n° 6 du tableau, représentées par la formule $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 3\dddot{R}\ddot{S}i$, dans laquelle $\ddot{S}i$ désigne, de même que dans les formules suivantes, la silice et l'acide borique réunis. Ce sont des Tourmalines jaunes et brunes ayant une teneur très-faible en oxyde de fer, et au contraire la teneur maximum en magnésie.

IIe *Groupe.* — Rapports d'oxygène = 1 : 4 : 6.

Il comprend les Tourmalines depuis le n° 7 jusqu'au n° 14, dont la formule est $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 4\dddot{R}\ddot{S}i$. Ce sont des Tourmalines noires ayant une teneur moyenne en oxyde de fer et en magnésie.

IIIe *Groupe.* — Rapports d'oxygène = 1 : 6 : 8.

Il comprend les Tourmalines depuis le n° 15 jusqu'au n° 20, qui sont représentées par la formule $\dot{R}^3\ddot{S}i^2 + 6\dddot{R}\ddot{S}i$. Ce sont les Tourmalines les plus noires, ayant la plus grande teneur en oxyde de fer, et au contraire la plus faible teneur en magnésie connue jusqu'ici.

IVe *Groupe.*—Rapports d'oxygène = 1 : 9 : 12.

Il comprend depuis le n° 21 jusqu'au n° 26. Le calcul des rapports d'oxygène dans ce groupe présente des difficultés, car le manganèse est vraisemblablement comme le fer à l'état de protoxyde et de sesquioxyde, et alors la détermination des proportions relatives des deux oxydes de fer n'aurait pas pu avoir lieu avec précision. On voit cependant par les trois dernières variétés, qui ont une faible teneur en manganèse, qu'il n'est pas possible d'adopter d'autre rapport que 1 : 9 : 12,

et en admettant que dans les trois premières variétés il y a les deux oxydes du manganèse, toutes les Tourmalines de ce groupe se laissent à peu près représenter par la formule $\dot{R}\dddot{Si} + 3\dddot{\overline{R}}\dddot{Si}$.

Il y a dans ce groupe une Tourmaline noir-violâtre, une autre qui est bleue et diverses Tourmalines vertes; presque toutes contiennent de la lithine et en même temps du fer et du manganèse.

Ve *Groupe.* — Rapport d'oxygène = 1 : 12 : 15.

Il comprend les Tourmalines rouges n°s 27, 28 et 29, représentées à peu près par la formule $\dot{R}\dddot{Si} + 4\dddot{\overline{R}}\dddot{Si}$; elles ont toutes de la lithine, ainsi que du manganèse, et elles ne contiennent pas de fer.

La Tourmaline rouge de Rozena n° 30 donnerait les rapports = 1 : 15 : 21 ; mais je la regarde comme décomposée et comme pénétrée de lépidolithe, auquel il faudrait attribuer sa grande teneur en potasse.

Ainsi, en résumé, d'après leur composition chimique, les Tourmalines peuvent être classées de la manière suivante :

A. *Tourmalines brunes et noires, sans lithine.*

I. Tourmaline à base de magnésie. . . $\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 3\dddot{\overline{R}}\dddot{Si}$

II. Tourmaline à base de magnésie de fer. $\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 4\dddot{\overline{R}}\dddot{Si}$

III. Tourmaline à base de fer. . . . . . $\dot{R}^3\dddot{Si}^2 + 6\dddot{\overline{R}}\dddot{Si}$

Elles résultent de la combinaison de monosilicates et de bisilicates.

B. *Tourmalines bleues, vertes, rouges ou incolores, avec lithine.*

IV. Tourmaline à base de fer et de manganèse (bleue et verte). . . . . . $\dot{R}\dddot{Si} + 3\dddot{\underline{R}}\dddot{Si}$

V. Tourmaline à base de manganèse (rouge). . . . . $\dot{R}\dddot{Si} + 4\dddot{\underline{R}}\dddot{Si}$

Elles résultent de la combinaison de monosilicates et de trisilicates.

La pesanteur spécifique moyenne est respectivement pour les Tourmalines des trois premiers groupes : 3,05 — 3,1 — 3,2, et pour celles des deux derniers : 3,08 — 3,04.

CHIMIE.

TRAVAUX DE 1849 ET 1850.

(EXTRAITS PAR M. EBELMEN.)

1. *Expériences sur la chaleur de la pile*; par M. Despretz. (*Institut*, n° 807, p. 193; n° 811, p. 226; n° 829, p. 368).

En combinant les effets calorifiques de la pile voltaïque avec ceux que l'on obtient de la concentration des rayons solaires et du chalumeau à gaz hydrogène, on peut, d'après M. Despretz, produire un foyer de chaleur assez intense, pour déterminer la fusion ou la volatilisation des corps réputés jusqu'à ce jour les plus réfractaires.

Avec une pile ayant la puissance de 185 couples de Bunsen de dimension ordinaire, une lentille annulaire de 0m90 de diamètre, et un chalumeau à gaz hydrogène, M. Despretz a pu démontrer :

1° Que la puissance de la pile est augmentée par l'addition d'une autre source de chaleur. Ainsi la magnésie, dure et compacte sous l'action de la pile seule, a pris l'état pâteux et s'est volatilisée en fumée blanche par le concours de la pile et de la lentille.

2° Que de l'anthracite, considérée comme à peu près pure, et taillée en baguettes aciculaires d'un millimètre environ de diamètre et de 3 centimètres de longueur, s'est courbée sous l'action combinée de la pile et de la lentille. Une autre de ces baguettes d'anthracite, soumise à l'action simultanée de la pile, de la lentille et du chalumeau, a paru tomber en fusion.

Avec une pile de 496 couples, M. Despretz a pu amener la volatilisation du carbone. L'alumine, l'oxyde de fer, le rutile, l'anatase, le disthène, s'obtiennent immédiatement en globules, puis donnent des vapeurs.

Avec une pile de 600 couples, le silicium, le bore, le tungstène, le platine ont fondu ; le tungstène et le titane se sont volatilisés.

Le silicium s'est fondu avec facilité ; il s'est immédiatement rassemblé en un globule un peu vitreux à la surface. La cassure de ce silicium, réduit en globule, est mate et peu différente de celle du charbon ; polie elle reste encore mate ; la couleur du silicium en poudre n'a pas disparu complétement, on la retrouve sur une partie de la surface. Le silicium ainsi fondu ne raye pas le verre.

Le bore fond à la première application de la chaleur en un globule légèrement vitreux à la surface. La cassure est grenue, noire, et ressemble beaucoup à celle du charbon ; il est plus fusible et plus volatil que le silicium. Le bore a peu de dureté.

Le titane, sous le vide de la machine pneumatique, s'est volatilisé en grande partie et déposé sur la capsule en porcelaine fixée au-dessus du creuset, sous forme d'une pellicule brun rougeâtre, ayant

le reflet métallique. Dans le creuset de charbon de sucre qui contenait le titane, restait une petite plaque d'un blanc jaunâtre. Dans l'azote, la capsule de porcelaine s'est recouverte d'une couche d'un beau bleu : il est resté dans le creuset une plaque blanchâtre sous laquelle étaient de petits globules les uns couleur jaune d'or, les autres irisés de diverses couleurs.

Le tungstène fond sous la cloche remplie d'azote dans le creuset rempli de charbon de sucre. Il se condense sur la capsule une couche mince brunâtre. Sur les parois du creuset on trouve de petites plaques d'un blanc grisâtre. Le métal a aussi été fondu en un culot unique d'une dureté considérable, rayant le quartz, les pierres précieuses et même le rubis, à cassure analogue à celle du bel acier trempé.

Le palladium, sous le poids de 80 grammes, a été immédiatement réduit en un beau culot très-ductile et d'une homogénéité parfaite.

Le carbone sous différents états a aussi été soumis à l'action de la chaleur produite par une pile de 600 couples.

Voici le résultat de ces expériences :

Le charbon, dans le vide, se réduit manifestement en vapeur; dans un gaz, cette vaporisation est plus lente, mais elle s'accomplit également, il peut être courbé, soudé et fondu. Il devient d'autant moins dur qu'il a été soumis à une température plus élevée. Il se transforme en graphite.

Le graphite le plus pur se dissipe peu à peu par la chaleur comme le charbon; la partie volatilisée est toujours du graphite.

Le diamant se change par une chaleur suffi-

samment intense en graphite, comme toute espèce de charbon ; il donne, comme le charbon, de petits globules fondus quand il est chauffé assez longtemps.

Rapprochant les résultats de ces expériences de la production du graphite dans les hauts-fourneaux, de la forme hexaèdre du graphite naturel, forme incompatible avec l'octaèdre régulier, M. Despretz se trouve conduit à penser que le diamant ne peut être le produit d'une chaleur intense sur les matières charbonnées.

---

2. *Sur la détermination des températures d'ébullition de l'acide carbonique et du protoxyde d'azote liquides*; par M. V. Regnault. (Ann. de Ch. et de Phys., t. XXVI, p. 257.)

L'acide carbonique liquide bout à la température de — 78°26 sous la pression barométrique de 767mm·3. M. Pouillet avait obtenu — 79°.

La température d'ébullition du protoxyde d'azote liquide a été de — 87°9, en admettant pour le coefficient de dilatation de l'air le nombre de 0,003665.

---

3. *Sur la chaleur spécifique du potassium*; par M. V. Regnault. (Ann. de Ch. et de Phys., t. XXVI, p. 261.)

En refroidissant du potassium dans de l'acide carbonique solide, et plongeant ensuite le métal dans l'huile de naphte, M. Regnault a pu déterminer la chaleur spécifique du potassium. Il a trouvé qu'elle était à celle du plomb dans le rap-

port de 5.40 à 1, et qu'il fallait en conséquence prendre pour le poids de l'équivalent du potassium le nombre 245, qui est la moitié du nombre admis actuellement, et écrire la formule du protoxyde de potassium K^2O au lieu de KO.

---

4. *Sur la cuisson du plâtre par la vapeur d'eau surchauffée*; par M. Violette. (Comptes rendus, t. XXVIII.)

On sait que le plâtre ne doit la propriété de faire prise avec l'eau, quand on le met en contact avec ce liquide, qu'à la perte d'une certaine quantité d'eau de cristallisation qu'il abandonne lorsqu'on l'échauffe, et qu'il peut reprendre ensuite pour former une multitude de cristaux enchevêtrés. On sait aussi qu'une température de cuisson trop basse, comme une chaleur trop intense donnent des plâtres de mauvaise qualité. M. Violette régularise la cuisson du plâtre en l'opérant à l'aide de la vapeur d'eau surchauffée. L'appareil se compose d'une chaudière à vapeur, d'un serpentin en métal, et d'un double récipient en maçonnerie contenant la pierre à plâtre. Le récipient, de forme ovale, assez semblable à un four à chaux, a deux ouvertures qu'on peut fermer hermétiquement et qui servent à charger et à décharger le plâtre; des tuyaux garnis de robinets établissent la communication entre les diverses parties de l'appareil. Un thermomètre, placé près du laboratoire du four, indique la température de la vapeur avant son entrée dans celui-ci. La vapeur engendrée dans la chaudière est surchauffée dans le serpentin au degré convenable (environ 200°),

elle pénètre dans le premier laboratoire, immerge dans toute sa masse le sulfate de chaux qu'il contient, l'échauffe en pénétrant dans ses pores et le déshydrate peu à peu et également. Elle pénètre ensuite dans le deuxième laboratoire, qui, à l'aide d'un jeu de robinets, quand le plâtre du premier laboratoire est cuit, reçoit à son tour directement le jet de vapeur à la sortie du serpentin. On enlève le plâtre cuit. On le remplace par une nouvelle quantité de plâtre à cuire qu'on fait traverser par la vapeur avant qu'elle ne s'échappe dans l'air, en ouvrant un robinet convenablement disposé.

---

5. *Recherches sur quelques modifications dans la coloration du verre, par les oxydes métalliques*; par M. Bontemps. (Institut, n° 830, p. 382).

L'auteur, dans cette note, fait voir qu'on peut donner au verre toutes les couleurs du spectre prismatique par l'emploi de l'oxyde de fer en proportions variables et par l'intervention de différents degrés de température, et que l'oxyde de manganèse présente des propriétés analogues. Il a observé aussi une série de changements chromatiques d'un caractère semblable dans les oxydes de cuivre, changements dans lesquels les couleurs sont réglées de la même manière par la température à laquelle le verre est exposé. L'argent, quoiqu'avec moins d'intensité, a présenté les mêmes phénomènes; et l'or, quoique employé à colorer le verre en différentes nuances de rouge, peut, en variant le degré de chaleur à une haute température et en refondant à plusieurs reprises, donner

un grand nombre de teintes qui passent du bleu au cramoisi, au rouge, au jaune-opaque et au vert. Le charbon de bois en excès donne à un verre silico-alcalin une couleur jaune, qui passe au rouge foncé par un second feu. Ces changements chromatiques, suivant l'auteur, sont dûs à quelques modifications dans les molécules constituantes plutôt qu'à un changement chimique dans les matériaux employés.

---

6. *De l'influence de l'acide borique dans la vitrification*; par M. Maës (Comptes rendus, t. XXIX, p. 452).

L'auteur a cherché à mettre à profit la faculté dissolvante de l'acide borique pour introduire dans le verre des bases jusqu'alors inusitées. Le borosilicate de potasse et de zinc réunit toutes les qualités d'un verre pur et durable. Le borosilicate de soude et de zinc offre encore une supériorité marquée sur tous les verres ordinaires à base de soude. Le borosilicate de soude et de baryte a produit un verre légèrement coloré, mais l'auteur attribue cette coloration à de faibles proportions d'oxyde de fer accidentel.

---

7. *Sur les rouges employés dans la peinture sur porcelaine*; par M. Salvétat (Ann. de chim. et de phys., t. XXVII, p. 333).

L'oxyde de fer pur donne des teintes excessivement variées; mais, pour obtenir des nuances orangé et violet foncé, il faut le combiner à l'oxyde

de zinc pour la première nuance, à l'oxyde de manganèse pour les dernières.

La vivacité de la nuance et sa pureté dépendent de la calcination, qui doit être ménagée de telle façon, que toutes les molécules qui concourent à produire une teinte donnée aient reçu la même chaleur. Là est le secret de la fabrication qui a passé pour être l'une des plus délicates de la chimie vitrifiable.

---

8. *Sur la composition des matières employées en Chine dans la fabrication de la porcelaine*; par MM. Ebelmen et Salvétat (Ann. de chim. et de phys., t. XXXI, p. 257).

Les auteurs font connaître dans ce mémoire les résultats de l'examen chimique des matériaux employés par les Chinois dans la confection de leurs pâtes de porcelaine.

Les matières examinées ont été prises, soit dans les collections de l'Ecole des Mines de Paris, soit dans le Musée céramique de Sèvres.

Kaolins. L'un vient de *Sy-kang*, l'autre de *Tong-kang*. Les kaolins proviennent de l'altération de roches granitiques; débarrassés par le lavage du sable et de la roche indécomposée, ils ont donné les résultats suivants, qui se confondent avec ceux fournis par les kaolins de Saint-Yrieix.

	Kaolin argileux de Tong-Kang.	Kaolin caillouteux de Sy-Kang.
Eau	11,2	8,2
Silice	50,5	55,3
Alumine	33,7	30,3
Oxyde de fer	1,8	2,0
Magnésie	0,8	0,4
Potasse	1,9	1,1
Soude	»	2,7
	99,9	100,0

Pe-tun-tsé. La partie fusible des pâtes de porcelaine est fournie par des pétrosilex qui viennent de localités éloignées les unes des autres, mais présentant une remarquable analogie de composition et d'aspect. Voici l'analyse de l'une de ces pierres; elle se confond avec celle des pegmatites de Saint-Yrieix, qui jouent dans la fabrication européenne le rôle des pétrosilex.

Perte au feu.	2,94
Silice.	76,20
Alumine.	13,60
Oxyde de fer et de manganèse.	traces.
Chaux.	0,12
Magnésie.	traces.
Potasse.	3,28
Soude.	5,05
	101,19

Toutes les autres roches, celles de *San-pao-p'ong*, de *Syao-ly*, etc., ont fourni des nombres qui ne s'éloignent que fort peu de ceux qui précèdent.

Hoa-chy. Les Chinois ajoutent à certaines de leurs pâtes ou emploient à d'autres usages spéciaux une matière particulière à laquelle ils donnent le nom d'*hoa-chy*. Les matières désignées sous ce nom sont loin d'être identiques.

L'hoa-chy de Ngan-jing-hien est une roche hétérogène en voie de décomposition, légèrement jaunâtre; le lavage en sépare une matière argileuse qui a donné à l'analyse :

Eau.	5,00
Silice.	70,00
Alumine.	20,95
Oxyde de fer.	0,80
Chaux et magnésie.	traces.
Potasse.	3,20
Soude.	0,90
	100,85

L'hoa-chy de Koansi et celui de Suchuen ont des propriétés et une composition toutes différentes. Les caractères minéralogiques établissent une différence complète avec l'hoa-chy qui précède; car c'est une matière compacte, d'apparence homogène, se rapprochant des halloysites par sa manière d'être et la nature de ses principes constituants. L'analyse y a fait trouver :

Perte au feu.	16,50	à	15,52
Silice.	48,00	à	45,00
Alumine.	32,00	à	37,10
Oxyde de fer.	»	à	1,20
Chaux.	traces.		traces.
Magnésie.	2,50	à	1,40
Alcalis.	1,00	à	0,52

Un dernier échantillon de hoa-chy, rapporté de Canton, est un mélange naturel de stéatite et d'amphibole blanc associé à de la dolomie.

Pâtes. Les kaolins, lavés décantés, et les pétrosilex, broyés finement et lavés, sont intimement mêlés en diverses proportions pour constituer les pâtes de première, deuxième, troisième et quatrième qualité. Cette dernière renferme de l'hoa-chy de Ngan-jing-hien. On les mélange dans des proportions telles, que les pâtes supposées cuites donnent les compositions suivantes :

	1re qualité.	2e qualité.	3e qualité.	4e qualité.
Silice.	69,0	70,0	73,3	68.94
Alumine.	23,6	22,2	19,3	21,30
Oxyde de fer.	1,2	1,3	2,0	3,42
Chaux.	0,3	0,8	0,6	1,14
Magnésie.	0,2	traces.	»	traces.
Oxyde de manganèse.	0,1	»	»	»
Potasse.	3,3	3,6	2,5	3,42
Soude.	2,9	2,7	2,3	1,78
	100,6	100,6	100,0	100,00

C'est donc principalement la proportion variable de l'oxyde de fer qui distingue les pâtes des diverses qualités.

Les auteurs comparent ces pâtes à celles des porcelaines d'Europe et à celles de Sèvres en particulier, pour conclure que ces dernières sont de beaucoup plus alumineuses, et qu'elles exigent, pour être cuites, une température qui n'est pas nécessaire pour les porcelaines chinoises.

Couverte. L'émail dont on recouvre les porcelaines à la Chine est beaucoup plus complexe que la glaçure qui donne le brillant aux porcelaines françaises. C'est un mélange de chaux et de cendres de fougères associées à une roche qui prend le nom de *yeou-ko*, et qui fait la base de la glaçure. Le mélange de chaux et de cendres a pour but d'augmenter la fusibilité du verre qui varie dans des limites assez éloignées, ainsi que cela résulte des analyses qui vont suivre.

Le yeou-ko est encore un pétrosilex tout à fait comparable à ceux dont on se sert pour confectionner les pâtes. On paraît le choisir contenant le moins possible de fer. La composition chimique est encore celle des pegmatites de Saint-Yrieix. Voici l'analyse du yeou-ko de Tong-Kang :

Eau.	3,7
Silice.	75,9
Alumine.	13,9
Oxyde de fer.	0,7
Chaux.	0,4
Oxyde de manganèse. . . .	traces.
Magnésie.	traces.
Potasse.	2,9
Soude.	3,8
	100,3

Le yeou-ko broyé est mêlé intimement à de la chaux qui a été stratifiée avec des fougères qu'on a brûlées, et qu'on a débarrassées ensuite des parties imparfaitement incinérées par un lavage à l'eau. Le melange de la chaux et des cendres de fougères porte le nom de *yeou-hoe;* c'est à peu près de la chaux, de l'acide carbonique et de l'eau, car il ne renferme que 4 p. 100 de matières insolubles. L'expérience indique que les cendres des fougères renferment 0,645 d'acide silicique et 0,195 de matières solubles à l'eau.

La couverte cuite arrachée à des pièces de porcelaine a donné à l'analyse :

Silice.	68,0	64,1
Alumine.	12,0	10,2
Oxyde de fer. . . .	traces.	traces.
Chaux.	14,0	21,0
Potasse et soude. . .	6,0	5,1
	100,0	100,4

Chy-kao. Les collections des matières chinoises ont offert des échantillons d'une substance fibreuse blanche qu'on nomme en Chine *chy-kao,* et dont l'usage est prescrit pour faciliter la séparation des parties tenues en suspension dans l'eau. Cette matière est du gypse fibreux, qui ne remplit ainsi qu'un rôle purement mécanique; cuit ou cru, il paraît produire le même effet.

Voici les conclusions de ce travail, qui ne compte pas moins d'une trentaine d'analyses minérales :

1° Les *kaolins* et les *pe-tun-tsé,* qui servent dans la fabrication de la pâte pour les porcelaines chinoises, ont une composition chimique analogue à celle des matières qui remplissent le même rôle dans la fabrication européenne.

Les kaolins chinois proviennent évidemment de la désagrégation et de la décomposition des roches granitiques.

Les pe-tun-tsé ont une composition chimique très-voisine de la composition moyenne de la pegmatite du Limousin, mais leurs caractères minéralogiques les identifient avec le feldspath compacte ou pétrosilex.

2° La préparation mécanique des matières pour la fabrication des pâtes paraît être basée sur les mêmes moyens que ceux employés en Europe.

3° Les pâtes chinoises sont sensiblement plus fusibles que celles des porcelaines européennes.

4° La couverte des porcelaines chinoises est très-notablement plus fusible que celle des porcelaines européennes. Elle doit cet accroissement de fusibilité à l'addition de la chaux, en proportion assez considérable, au pe-tun-tsé ou pétrosilex, qui pourrait seul servir de couverte à la porcelaine française. La teinte verdâtre de la porcelaine de Chine paraît aussi due à l'emploi de la chaux dans la couverte.

---

9. *Sur des objets d'archéologie trouvés à Saint-Médard-des-Prés* (Vendée); par M. Chevreul (Comptes rendus, t. XXVIII, p. 129).

Les objets qui font le sujet de cette note ont été trouvés en 1845 et 1846 dans le tombeau d'une femme artiste gallo-romaine dans une villa découverte à Saint-Médard-des-Prés, à 1 kilomètre de Fontenay, département de la Vendée, près de la rivière de ce nom.

Parmi des objets de nature végétale et organique, M. Chevreul a signalé l'existence d'oxydes

métalliques. Aucun de ces oxydes n'était pur. Dans quatre échantillons il a trouvé des oxydes de plomb et de cuivre carbonatés, et du peroxyde de fer. Aucune de ces matières n'avait une teinte franche.

Un cinquième échantillon contenait, outre les substances qui précèdent, du phosphate de fer.

Un sixième échantillon renfermait, outre les oxydes de plomb et de cuivre carbonatés, du peroxyde de fer et une proportion considérable d'oxyde de zinc.

Une septième matière parut principalement formée d'un mélange de terre de Vérone et de la matière bleue cuivreuse que M. Chevreul a cru reconnaître pour le bleu égyptien. Ce même mélange était employé en outre comme fond dans une peinture murale appliquée sur mortier de chaux grasse.

Parmi les ustensiles propres à la peinture, il y avait une boîte d'un bronze très-mince, qu'il fallut plier plusieurs fois avant de le séparer.

M. Chevreul a examiné deux fragments de peinture murale exécutée sur un mortier de chaux grasse et de sable. Le fond d'un des fragments était fait avec le mélange de terre de Vérone et du bleu égyptien signalé plus haut : les carnations étaient faites avec un mélange de peroxyde de fer et de craie ou de chaux délayée dans l'eau. Ces peintures ne renfermaient que des traces de matières organiques solubles dans l'alcool.

10. *De l'emploi de l'hydrogène dans l'analyse des substances minérales*; par M. Rivot (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 188).

L'action réductive exercée par le gaz hydrogène sec, à une température plus ou moins élevée, permet, suivant M. Rivot, de séparer plusieurs oxydes de certaines bases fixes sur lesquelles l'hydrogène est sans action à toute température.

L'auteur a pu par cette méthode séparer l'oxyde de fer des terres (alumine, glucine, zircone); l'oxyde de fer de l'oxyde de chrôme; l'oxyde d'étain de la silice.

---

11. *Solubilité du tellure dans l'acide nitrique*; par M. Hartung Schwarzopf (Archiv. der phar., t. CVIII, p. 150).

Tous les traités de chimie indiquent que le tellure est soluble dans l'acide nitrique; l'auteur a pris du tellure amorphe obtenu en réduisant l'acide tellurique par l'acide sulfureux, et il l'a mis en contact avec l'acide nitrique concentré; même après une ébullition prolongée, le tellure s'est conservé tout à fait intact.

---

12. *Sur le sulfite de perchlorure de phosphore*; par M. Kremer (Ann. der ch. und pharm., t. LXX, p. 297).

Si l'on fait passer un courant d'acide sulfureux sur du perchlorure de phosphore, on observe, suivant M. Kremer, un dégagement de chaleur, et il se forme un liquide vert qui perd par la rectifica-

tion de l'acide sulfureux en fournissant un liquide limpide.

Ce composé attire l'eau avec une grande énergie, sa vapeur affecte vivement les organes de la vue et de la respiration; il est plus réfringent que le sulfure de carbone, et comme ce dernier il dissout l'iode en se colorant en rouge; son point de fusion est constant à + 100°. A 14°, sa densité est de 1,667.

L'eau le décompose en acide sulfureux, en acide chlorhydrique et en acide phosphorique. Il ne se forme pas d'acide sulfurique.

Ce liquide se formule par :



$$Cl^3P + 2SO^2.$$

Il peut absorber un équivalent d'acide sulfureux pour former le composé :



$$Cl^3P + 3SO^2,$$

qui est très-peu stable et ne diffère du précédent que par une densité et un pouvoir réfringent plus faibles. L'ammoniaque transforme ces deux corps en sel ammoniac, bisulfite d'ammoniaque, et la poudre blanche qui se produit par l'action de l'ammoniaque sur le perchlorure de phosphore.

---

13. *Sur l'azoture de bore*; par M. Wœhler (Institut, n° 854, p. 159).

M. Balmain avait préparé l'azoture de bore en chauffant l'acide borique avec le cyanure de potassium ou le cyanure de zinc; M. Wœhler a fait de ce composé une étude complète, en indiquant de nouvelles méthodes de préparation.

Lorsqu'on chauffe un mélange anhydre de borax et de cyanoferrure de potassium, on obtient un corps qui possède toutes les propriétés du composé décrit par M. Balmain ; on obtient la même combinaison en calcinant au rouge un mélange de borax anhydre et de sel ammoniac.

Voici comment on opère :

On mélange très-intimement une partie de borax pur parfaitement anhydre à deux parties de sel ammoniac, on emplit de ce mélange un creuset de porcelaine ou mieux de platine, et on chauffe jusqu'au rouge après avoir fermé le creuset. On obtient une masse blanche, non fondue, poreuse, qu'on pulvérise facilement et qu'on chauffe pendant longtemps jusqu'à l'ébullition dans une grande quantité d'eau à laquelle on a ajouté un peu d'acide chlorhydrique. L'azoture de bore se sépare sous forme d'une poudre blanche qu'on recueille sur un filtre, qu'on lave soigneusement avec de l'eau chaude et qu'on fait sécher.

Cette poudre est blanche, onctueuse; elle brûle quand on l'introduit dans une flamme avec une lumière blanc verdâtre, et dégage de l'ammoniaque quand on la fond avec de l'hydrate de potasse. Les acides et les alcalis concentrés ne l'attaquent pas, l'hydrogène et le chlore gazeux, même à chaud, ne l'altèrent nullement. Un courant de vapeur d'eau à chaud la décompose en ammoniaque et en acide borique.

L'azoture de bore réduit par la chaleur les oxydes métalliques d'une réduction facile, sans phénomènes lumineux, mais avec dégagement d'oxyde d'azote ou d'acide azoteux. Chauffé dans un tube de verre avec des oxydes de cuivre, de

plomb ou de mercure, il dégage des vapeurs rouges épaisses.

Chauffé avec le carbonate anhydre de potasse, il se transforme en acide borique et en cyanate de potasse. Un mélange de trois parties d'azoture de bore sec et de dix-sept parties de carbonate anhydre fond à une température à laquelle le carbonate de potasse seul ne fondrait pas, et se transforme aisément et tranquillement en un liquide limpide comme de l'eau qui par le refroidissement se prend en une masse blanchâtre cristalline, qui consiste en poids égaux d'acide borique et de cyanate de potasse.

L'acide sulfurique n'attaque l'azoture de bore qu'après une ébullition prolongé, et l'acide fluorhydrique, quand on évapore le mélange a siccité, forme du fluoborure d'ammonium.

M. Wœhler attribue à ce composé la formule :



$$BAz.$$

Quelque soin qu'on prenne dans sa préparation, il est toujours mêlé à une petite quantité d'acide borique qu'on ne peut lui enlever par aucun des moyens connus.

---

14. *Composition du sulfure d'azote*; par MM. Fordos et Gélis (Comptes rendus, t. XXXI, p. 702).

Lorsqu'on fait réagir le gaz ammoniac sur le perchlorure de soufre, ces deux matières éprouvent une série de transformations, et l'on obtient en définitive une poussière d'un jaune pur que M. Soubeiran a considérée comme un corps unique et qu'il a désignée sous le nom de chlorure de soufre bi-ammoniacal.

MM. Fordos et Gélis ont examiné ce produit, dont ils ont pu retirer, à l'aide des dissolvants, jusqu'à cinq substances différentes. Ils ont extrait par le sulfure de carbone, du soufre et un produit d'un beau jaune orangé. Par des lavages répétés à froid, on enlève tout le soufre au moyen du sulfure de carbone, qui, à chaud et par l'ébullition, dissout une nouvelle partie du résidu qu'il abandonne ensuite par refroidissement et l'évaporation sous forme de cristaux. C'est ce produit ainsi préparé plus ou moins impur que M. Soubeiran a nommé sulfure d'azote.

Le sulfure d'azote cristallise en prismes rhomboïdaux transparents qui détonent avec la plus grande facilité. Touché avec un corps en ignition, il fuse sans détoner. Chauffé au bain d'huile, dans un tube fermé, il se détruit avec explosion vers 157 degrés en dégageant du soufre, de l'azote et des traces de matière indécomposée.

L'eau ne le dissout pas; l'alcool, l'éther, l'esprit de bois et l'essence de térébenthine en dissolvent de petites quantités; son meilleur dissolvant est le sulfure de carbone. Mais la dissolution s'altère à la longue; il se forme du soufre, de l'acide sulfocyanhydrique et un dépôt jaune doré qui ressemble au sulfocyanogène.

L'eau décompose le sulfure d'azote avec dégagement d'ammoniaque, et la liqueur possède les caractères d'un mélange d'acide hyposulfureux et d'un acide de la série thionique.

La potasse le décompose en formant un hyposulfite et un sulfite, dans des proportions telles que les deux sels contiennent une quantité égale de soufre, l'acide thionique étant lui-même décomposé en sulfite et hyposulfite.

15. *Note sur l'acide hypochloreux et sur les chlorures de soufre*; par M. Millon (Ann. de ch. et de phys., t. XXIX, p. 506).

L'eau de chlore abandonnée à elle-même dans des flacons abrités de la lumière se conserve sans changement appréciable. Exposée à l'influence directe des rayons solaires, on y découvre des réactions nouvelles. Le chlorure de plomb est amené à l'état d'oxyde pur, et le chlorure de manganèse donne un dépôt de suroxyde de manganèse.

M Millon attribue cette réaction à la décomposition de l'eau en raison de la formule suivante :



$$2Cl + HO = ClO + ClH.$$

Il se ferait de l'acide hypochloreux et de l'acide chlorhydrique.

---

16. *Recherches sur les iodures de phosphore définis*; par M Corenwinder (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 242).

M. Corenwinder décrit deux iodures de phosphore cristallisés.

Proto-iodure de phosphore. On l'obtient en faisant dissoudre dans du sulfure de carbone, un équivalent de phosphore et y ajoutant 2 équivalents d'iode ; le liquide fortement coloré s'éclaircit peu à peu, et placé dans la glace, il se prend en une masse de cristaux d'un beau rouge orangé. Ce corps renferme :



$$PI^2,$$

et fond à 110° en un liquide d'un beau rouge clair ; l'eau le décompose en acide iodhydrique et en acide phosphoreux.

Deuto-iodure de phosphore. En mettant en présence dans du sulfure de carbone 1 équivalent de phosphore et 3 équivalents d'iode, on obtient une dissolution foncée en couleur qui ne donne de cristaux qu'avec le mélange de glace et de sel marin. Pour les isoler on décante rapidement, on enlève par distillation le sulfure de carbone qui y est mélangé, on fait fondre et on laisse cristalliser par refroidissement. Les cristaux ainsi purifiés renferment :



PI^3.

Ce corps est fusible à 55°; à l'ébullition, il perd de l'iode; l'eau le décompose en acide iodhydrique, en acide phosphoreux et en un corps qui se dépose sous forme de flocons orangés.

---

17. *Sur un nouveau moyen de reconnaître le brôme et l'iode;* par M. Alvaro Reynoso (Ann. de ch. et de phys., t. XXVI, p. 285).

L'auteur substitue au chlore qu'on emploie pour reconnaître la présence du brôme et de l'iode dans les bromures et iodures, l'eau oxygénée qui met les deux corps en liberté en présence de l'acide chlorhydrique. Voici comment il procède pour l'iode : il place au fond d'un tube un morceau de bioxyde de barium, de l'eau distillée, puis de l'acide chlorhydrique pur et de l'empois d'amidon; on ajoute ensuite l'iodure. On obtient une coloration rose bleu si la proportion d'iode est très-faible, et bleu foncé si la proportion d'iode est notable. La présence de quelques sulfites ou hyposulfites alcalins n'empêche pas la réaction de

se produire si la quantité d'eau oxygénée fournie a été suffisante.

S'il s'agit du brôme, on met de l'éther au lieu de mettre de l'amidon, et le brôme vient colorer en jaune la couche éthérée qui se rassemble après l'agitation au travers du liquide.

Si l'on veut rechercher le brôme et l'iode, il faut ajouter successivement de l'éther et de l'empois. On peut constater la réaction de l'iode dans le bas et celle du brôme en haut de la liqueur.

---

18. *Sur la préparation des gaz bromhydrique et iodhydrique*; par M. Mène (Comptes rendus, t. XXXVIII, p. 478).

M. Mène fait réagir le brôme et l'iode sur l'hypophosphite de chaux ou sur le sulfite de soude simplement humides. Le dégagement est régulier et ne présente aucun danger.

---

19. *Études sur le fluor*; par M. Louyet (Ann. de ch. et de phys., t. XXV, p. 291).

M. Louyet a repris l'analyse du fluorure de calcium, et il a trouvé que l'équivalent du fluor déduit de la transformation du fluorure de calcium en sulfate était exactement 237,50. En admettant 200 pour l'équivalent du soufre et 250 pour celui du calcium, les analyses des fluorures de calcium, de sodium et de plomb ont conduit au même nombre.

---

20. *Sur la présence du fluor dans l'eau de la mer*; par M. Wilson (Institut, n° 822, p. 316).

L'auteur signale la présence du fluor dans les

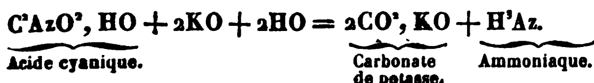
eaux de la mer d'Allemagne, dans celles du frith de la Clyde et dans celles du frith du Forth.

---

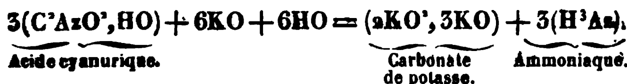
21. *Mémoire sur une série d'alcaloïdes homologues de l'ammoniaque*; par M. Wurtz (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 443).

M. Wurtz fait connaître dans ce mémoire une série de composés nouveaux qui présentent une grande analogie avec l'ammoniaque.

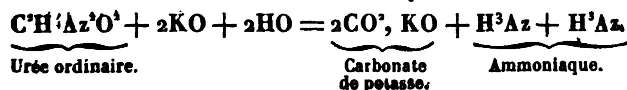
Si l'on fait réagir la potasse sur : 1° les éthers cyaniques, 2° les éthers cyanuriques, 3° les urées, on obtient du carbonate de potasse et des composés nouveaux correspondant au dégagement d'ammoniaque qu'on remarque pendant le traitement de l'acide cyanique, de l'acide cyanurique et de l'urée par la potasse :



$$\underbrace{C^2AzO^2, HO}_{\text{Acide cyanique.}} + 2KO + 2HO = \underbrace{2CO^2, KO}_{\text{Carbonate de potasse.}} + \underbrace{H^3Az.}_{\text{Ammoniaque.}}$$



$$\underbrace{3(C^2AzO^2, HO)}_{\text{Acide cyanurique.}} + 6KO + 6HO = \underbrace{(2KO^2, 3KO)}_{\text{Carbonate de potasse.}} + \underbrace{3(H^3Az).}_{\text{Ammoniaque.}}$$



$$\underbrace{C^2H^4Az^2O^2}_{\text{Urée ordinaire.}} + 2KO + 2HO = \underbrace{2CO^2, KO}_{\text{Carbonate de potasse.}} + \underbrace{H^3Az + H^3Az.}_{\text{Ammoniaque.}}$$

Ces composés, qui jouissent des propriétés analogues à celle de l'ammoniaque, ont la composition de l'ammoniaque condensant en plus un ou plusieurs atomes de l'hydrogène carboné C^2H^2.

M. Wurtz a ainsi obtenu les combinaisons correspondantes à l'esprit de bois, à l'alcool, à l'huile de pomme de terre; il décrit avec soin leur composition, leurs propriétés à l'état isolé et en com-

binaison avec les acides les plus répandus. Il leur donne les noms de méthylammoniaque, d'éthylammoniaque et d'amylammoniaque (méthylamine, éthylamine, amylamine).

Méthylammoniaque.

Gaz méthyliaque. Le chlorhydrate de méthylamine sec est mêlé avec deux fois son poids de chaux vive et on chauffe ; il se fait du chlorure de calcium, et la méthylammoniaque se dégage. C'est un gaz non permanent qui se condense à quelques degrés au-dessous de 0° en un liquide mobile qui ne se solidifie pas dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther.

Son odeur est ammoniacale. La densité de sa vapeur = 1,08 à 43°. Excessivement soluble dans l'eau, 1 volume d'eau à + 12°,5 dissout 1.150 fois son volume de gaz méthyliaque. Il renferme :

$$C^2H^5Az = 4 \text{ volumes.}$$

Ce gaz est fortement alcalin : avec l'acide chlorhydrique, il donne des fumées blanches ; avec l'acide carbonique, il se condense en une matière solide, blanche, analogue au carbonate d'*ammoniaque anhydre.*

Méthylammoniaque liquide.

La solution du gaz méthylammoniaque dans l'eau se comporte comme une dissolution d'ammoniaque. Elle réagit sur un grand nombre de dissolutions métalliques, comme le fait l'ammoniaque elle-même. Elle en précipite les oxydes, et quelquefois un excès de réactif redissout le précipité.

M. Wurtz a étudié l'iodhydrate de méthylamine :


C^2H^5Az, IH ;

le bromhydrate de méthylamine :


C^2H^5Az, BrH ;

le chlorhydrate de méthylamine libre :


C^2H^5Az, ClH,

et combiné au chlorure de platine :


$C^2H^5Hz, ClH + PtCl^2$,

le chlorure double de méthylamine et d'or :


$C^2H^5Az, ClH + AuCl^3$.

Il donne la composition du nitrate, du sulfate, du carbonate, de l'oxalate de méthylamine, celle du corps correspondant à l'acide oxamique de M. Balard.

Éthylammoniaque.

L'éthylamine se prépare comme le gaz méthylammoniaque. C'est un liquide léger, mobile et limpide ; il bout à + 18° ; il ne se solidifie pas dans un mélange d'acide carbonique solide et d'éther à 8°. Sa densité est de 0,6964. La densité de sa vapeur = 1,5940 à 27°. M. Wurtz lui attribue la formule :


C^4H^7Az.

La dissolution d'éthylamine dissout l'alumine et dégage l'ammoniaque de ses combinaisons.

Amylammoniaque.

L'amylamine s'obtient comme les bases qui précèdent. C'est un liquide léger parfaitement in-

colore; sa densité est de 0,7503 à 18°. Elle bout à 95°. Elle se mêle à l'eau en toutes proportions, agit comme les précédentes. Sa solution en excès redissout l'alumine. Sa composition est représentée par la formule :



$$C^{10}H^{13}Az.$$

M. Wurtz a préparé et étudié les sels d'éthylammoniaque et d'amylammoniaque correspondant à ceux de méthylammoniaque qui sont indiqués plus haut.

---

22. *Sur les acides qui composent l'acide racémique;* par M. Pasteur (Ann. de chim. et de phys., t. XXVIII, p. 56).

Des études cristallographiques attentives ont amené M. Pasteur à la découverte de faits importants. Dans son mémoire, l'auteur démontre que l'acide racémique est un composé de deux acides différents, déviant, l'un à droite, l'autre à gauche, le plan de polarisation des rayons lumineux, tous deux de la même quantité absolue, et dont les formes cristallines sont des polyèdres symétriques, mais non superposables : les sels de ces acides n'ont de différence également que dans le pouvoir égal et inverse qu'ils exercent sur le plan de polarisation. Leurs formes cristallines sont symétriques mais non superposables.

Il nomme acide dextroracémique l'acide qui dévie à droite, et lévoracémique l'acide qui dévie à gauche. L'acide dextroracémique n'est autre chose que l'acide tartrique ordinaire.

Acides lévoracémique et dextroracémique.

La séparation des deux acides s'effectue par l'intermédiaire du racémate double de soude et d'ammoniaque. On prend des poids égaux d'acide racémique; on sature l'un par du carbonate de soude, l'autre par de l'ammoniaque. On mêle les deux liqueurs et on fait cristalliser. On obtient ainsi deux sortes de cristaux, les uns hémièdres à droite, les autres hémièdres à gauche, qu'on sépare mécaniquement et qu'on fait cristalliser séparément pour les purifier.

Acide dextroracémique. Les cristaux hémièdres à droite, qui sont le dextroracémate de soude et d'ammoniaque, sont traités par un sel de plomb; le précipité, lavé, séché, consiste en dextroracémate de plomb et a pour formule :



$C^4H^2O^5PbO.$

Il est traité par l'acide sulfurique à une douce chaleur. Un léger excès d'acide sulfurique facilite la cristallisation. On l'obtient par une évaporation convenable sous forme de cristaux limpides, volumineux.

M. Pasteur établit, par l'examen de la forme cristalline, des propriétés pyro-électriques, de la pesanteur spécifique, de la composition chimique et des propriétés rotatoires, l'identité de cet acide avec l'acide tartrique.

Acide lévoracémique. La préparation de l'acide lévoracémique est absolument la même que celle de l'acide dextroracémique.

Cet acide cristallise facilement : comparé à l'acide tartrique, on ne trouve de différences que celles de l'hémiédrie, et du sens de la déviation

du plan de polarisation des rayons lumineux. Angles des faces, aspect physique, solubilité, poids spécifique, composition chimique, tout se ressemble dans ces deux acides; mais la forme de l'un est symétrique de celle de l'autre; mais l'acide lévoracémique dévie à gauche le plan de polarisation des rayons lumineux, tandis que l'acide dextroracémique le dévie à droite.

Acide racémique.

M. Pasteur reconstitue l'acide racémique en mêlant ensemble des poids égaux d'acide lévoracémique et d'acide dextroracémique. Si les dissolutions sont concentrées, il se dégage de la chaleur, et le liquide se prend en masse par la formation de cristaux qui possèdent toutes les propriétés chimiques et physiques de l'acide racémique. Une nouvelle cristallisation présente des cristaux volumineux analogues en tous points aux cristaux de l'acide de Thann.

Lévoracémates et dextroracémates.

Les relations de forme, de pouvoir rotatoire et de propriétés chimiques signalées entre l'acide lévoracémique et l'acide dextroracémique, se reproduisent fidèlement entre tous les sels de ces deux acides. A un tartrate quelconque répond un lévoracémate qui n'en diffère que par la position des facettes hémiédriques et le sens inverse du pouvoir rotatoire.

---

23. *Sur une combinaison de l'acide sulfureux avec l'eau*; par M. Dœpping (Institut, n° 823, p. 325).

Si l'on fait passer de l'acide sulfureux gazeux, qu'on a lavé d'abord à l'eau pour le débarrasser de tout acide sulfurique, dans un flacon contenant de l'eau distillée, qu'on maintient froid en l'entourant de glace, on voit se former, quand l'eau a absorbé une quantité assez notable d'acide sulfureux, un corps cristallisé.

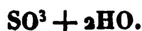
Au-dessus de 0°, ces cristaux se redissolvent dans l'eau qui les surnage; mais ils apparaissent de nouveau sous forme de cubes amoncelés les uns sur les autres quand on refroidit la liqueur de quelques degrés au-dessous de 0°. A — 3° on peut les séparer de l'eau mère, les égoutter et les dessécher sur du papier. Si on veut opérer leur dessiccation sous une cloche à l'aide de l'acide sulfurique, ils se décomposent en eau, qui est absorbée par l'acide sulfurique, et en acide sulfureux, qui devient libre; cette décomposition s'effectue même à — 5°.

Les cristaux qui précèdent renferment, d'après M. Dœpping, 9,01 d'eau; ils sont formés par la combinaison d'équivalents égaux d'acide sulfureux et d'eau.

En refroidissant l'eau mère qu'on a séparée de l'hydrate en question au-dessous de — 6 à — 7°, la liqueur se prend en une masse de cristaux qui semblent avoir une structure lamelleuse et une composition différente de celle du monohydrate. A 0°, ils se redissolvent, et à — 2°, la liqueur se maintient à l'état liquide.

24. *Préparation de l'acide sulfurique cristallisé;* par M. Wackenroder (Arch. der Pharmacie, t. CVIII, p. 23).

Lorsque l'on refroidit au-dessous de 0° de l'acide sulfurique rectifié au moyen du sulfate de potasse, il s'y forme une certaine quantité de cristaux qui se représentent par la formule :



$$SO^3 + 2HO.$$

M. Wackenroder les a obtenus très-volumineux et à l'état de prismes rhomboïdaux. Les cristaux fondent par leur exposition à l'air et fournissent un liquide incolore de 1,784 de densité à 8° c.

Le degré de concentration de l'acide sulfurique exerce une grande influence sur la formation des cristaux. L'acide fondu se solidifie déjà à + 4° ; un acide d'une densité de 1,7885 à 4° laisse un résidu de monohydrate quand il est exposé à la température de — 6°. C'est cet acide qui fournit les plus beaux cristaux. Un acide qui renferme plus de deux équivalents d'eau ne cristallise qu'à une très-basse température.

---

25. *Observations diverses sur les hydrates d'acide sulfurique*; par M. Jacquelain (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 343).

M. Jacquelain fait connaître dans ce mémoire ses observations sur le point de congélation, la densité et le mode de préparation de plusieurs hydrates d'acide sulfurique.

---

26. *Sur l'acide nitrique anhydre*; par M. Deville (Ann. de ch. et de phys., t. XXVIII, p. 241).

M. Deville a obtenu l'acide nitrique anhydre en décomposant le nitrate d'argent bien sec par un courant de chlore absolument sec. Le produit obtenu se présente sous forme de cristaux dérivant d'un prisme droit à base rhomboïdale qui ont souvent plus d'un centimètre de longueur. L'acide nitrique fond à 30° et bout à 45° environ. Il se décompose à peu de distance de son point d'ébullition. Il paraît aussi se décomposer spontanément en oxygène et en acide hyponitrique. Les tubes qui le renferment font quelquefois explosion après un certain temps. Il attaque fortement les matières organiques et les tubes en caoutchouc, ce qui oblige de luter à la lampe toutes les parties de l'appareil producteur. La décomposition du nitrate d'argent par le chlore s'opère à la température de 60 à 70°. Le courant de chlore doit être très-lent. On l'obtient en le recueillant dans un grand flacon et en le déplaçant par un courant d'acide sulfurique concentré.

---

27. *Sur les divers procédés connus pour la préparation de l'acide iodique*; par M. Jacquelain (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 332).

Les doses les plus convenables à la préparation de l'acide iodique au moyen de l'acide azotique, sont, d'après M. Jacquelain :

5 gr. d'iode sec et pulvérisé,
200 gr. d'acide azotique à 1,5.

On introduit dans un ballon et on maintient la température à 60° pendant environ une heure. Au bout de ce temps on trouve au fond du vase de l'acide iodique surnagé de deux couches de liquide. La première est un mélange d'acide hypoazotique et d'acide azotique. La deuxième est une dissolution d'iode dans l'acide nitrique. On met de côté l'acide iodique et on concentre par distillation jusqu'à réduction au sixième du volume des deux couches liquides. On transvase dans une capsule de porcelaine; on ajoute l'acide iodique retiré précédemment, et on évapore à siccité. Le fond de la capsule est tapissé d'un dépôt considérable de cristaux d'acide iodique.

M. Jacquelain fixe à 157 l'équivalent de l'iode.

---

28. *Sur le dosage de l'acide phosphorique*; par M. Leconte (Comptes rendus, t. XXIX, p. 55).

On sait que les principaux moyens employés pour la recherche de l'acide phosphorique sont les sels de baryte, de chaux, de magnésie, de plomb et d'argent. Désirant trouver un moyen plus sûr de constater la présence et la quantité de l'acide phosphorique et des phosphates, M. Leconte a essayé successivement les réactions que cet acide produit avec les divers oxydes. Les sels d'urane sont ceux qui lui ont offert les réactions les plus utiles et les plus sensibles avec l'acide phosphorique et les phosphates.

D'après M. Leconte, l'analyse quantitative des phosphates au moyen du nitrate d'urane est des plus précises et des plus rapides. Il faut pour cela

que le phosphate ait été amené à l'état de phosphate soluble et que la liqueur ait été neutralisée. On ajoute ensuite dans cette liqueur convenablement étendue une solution de nitrate d'urane dont chaque centimètre cube correspond à un milligramme d'acide phosphorique. La solution du phosphate doit être portée à 100°. On verse la solution de nitrate d'urane; on fait bouillir et on laisse déposer, et quand la liqueur est éclaircie, on verse une nouvelle dose de nitrate, tant qu'il se produit un trouble dans la liqueur.

---

29. *Sur le dosage quantitatif de l'acide phosphorique et sur sa séparation d'avec les bases*; par M. Henri Rose (Institut, n° 786, p. 229).

On dissout le phosphate dans l'acide nitrique et l'on ajoute du mercure métallique en quantité suffisante pour qu'une partie ne soit pas dissoute par l'acide nitrique; on évapore le tout dans une capsule de porcelaine au bain-marie jusqu'à siccité pour enlever complétement l'excès d'acide. On filtre et on lave à l'eau distillée tant que l'eau de lavage laisse un résidu par l'évaporation. La liqueur filtrée renferme des nitrates des bases qui étaient combinées à l'acide phosphorique, telles que la chaux, la baryte et du nitrate de mercure. Le précipité insoluble dans la liqueur neutre est du phosphate de protoxyde de mercure mêlé de nitrate et de mercure métallique. On dessèche complétement la masse, on la verse dans un creuset de platine et on y ajoute un excès de carbonate de soude. Par la chaleur le mercure et l'acide ni-

trique sont chassés. On chauffe ensuite jusqu'à fusion; on reprend par l'eau; tout se dissout; on sature la liqueur avec de l'acide chlorhydrique et l'on précipite l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

Si l'acide phosphorique est combiné avec du peroxyde de fer, il reste une partie de cet acide avec le phosphate de mercure dans le résidu insoluble dans l'eau; mais par la fusion de ce résidu avec le carbonate alcalin, tout l'acide phosphorique se trouve dans la solution aqueuse, quand on a repris la masse fondue par l'eau.

Le phosphate d'alumine ne peut pas être décomposé ainsi. Il est nécessaire d'ajouter de la silice avec le carbonate alcalin.

---

30. *Sur les modifications isomères de l'acide phosphorique;* par M. H. Rose (Institut, n° 799, p. 135).

Si l'on admet, avec M. Graham, trois modifications de l'acide phosphorique, savoir : l'acide métaphosphorique, l'acide pyrophosphorique et l'acide phosphorique ordinaire, on trouve que c'est l'acide métaphosphorique qui présente en particulier les plus grandes anomalies. L'acide pyrophosphorique en présente aussi, mais l'acide phosphorique ordinaire est celui qui offre avec les autres acides le plus d'analogie.

Acide métaphosphorique. M. Rose distingue au moins trois sous-modifications de cet acide.

La première est renfermée dans le sel que Graham a nommé métaphosphate de soude.

La seconde sous-modification se présente dans

les sels que MM. Fleitmann et Henneberg ont préparés avec le phosphate acide de soude, par la fusion et un refroidissement très-lent, et qui offrent exactement la composition des sels de M. Graham. Ces sels jouissent de la propriété de fournir avec toutes les bases des composés solubles.

La troisième sous-modification est contenue dans les sels insolubles qui ont été étudiés par M. Maddrell.

Toutes ces sous-modifications de l'acide métaphosphorique s'accordent en ce point qu'elles ont une même capacité de saturation; elles ont encore la propriété commune de précipiter l'albumine.

M. H. Rose soupçonne une quatrième sous-modification dans l'acide phosphorique provenant de la combustion du phosphore, et qui se comporte avec les bases autrement que les acides dont il vient d'être mention.

Acide pyrophosphorique. L'auteur admet deux sous-modifications de l'acide pyrophosphorique.

A la première sous-modification appartiennent le pyrophosphate de soude et les sels qui peuvent être produits par la décomposition de ce sel.

L'autre sous-modification s'obtient de la même manière que les métaphosphates insolubles de M. Maddrel. Plusieurs de ces dissolutions se comportent d'une manière particulière. Le sulfhydrate d'ammoniaque ne précipite pas au sein d'une dissolution de pyrophosphate de protoxyde de manganèse dans du pyrophosphate de soude.

L'acide de ces sels forme très-aisément des sels doubles.

L'acide pyrophosphorique libre ne précipite plus la dissolution d'albumine.

Acide phosphorique ordinaire. Aux propriétés bien connues des phosphates ordinaires, M. Rose ajoute celle de la solubilité d'un grand nombre de phosphates dans un excès de la solution saline au sein de laquelle on les a obtenus par précipitation, avec le phosphate de soude. Cette solution donne ordinairement, quand on la chauffe, un précipité qui disparaît par le refroidissement.

L'acide phosphorique ordinaire est la seule modification qui donne avec le molybdate d'ammoniaque le caractère distinctif que MM. Svanberg et Struve ont indiqué. Aussi faut-il par une addition d'acide nitrique ramener les métaphosphates ou pyrophosphates à l'état de phosphates ordinaires. Cette transformation difficile à froid s'opère aisément avec le concours de la chaleur.

---

31. *Sur les sélénites ;* par M. Muspratt (Ann. der chim. und pharm., t. LXX, p. 274).

M. Muspratt a analysé plusieurs sels formés par l'acide sélénieux. Voici les propriétés et la composition qu'il assigne à ceux qu'il a examinés.

Sélénite neutre de potasse. On l'obtient difficilement pur, il est très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool qui le précipite de sa dissolution aqueuse, sa saveur est désagréable, il possède une réaction fortement alcaline. Sa formule est :



$$SeO^2KO.$$

Sélénite de potasse acide. Cristaux soyeux qui se forment facilement quand la dissolution est

rendue légèrement acide. L'alcool les sépare de leur dissolution dans l'eau en couche huileuse qui ne tarde pas à cristalliser ; ils ont pour formule :



$$SeO^2KO + SeO^2HO.$$

Sélénite de soude. La formule de ce sel est la même que celle trouvée par Berzelius :



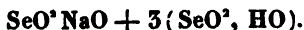
$$SeO^2 NaO.$$

Sélénite de soude acide. Ce sel perd facilement son eau et il ne se décompose qu'à une température élevée ; il contient :



$$SeO^2 NaO + SeO^2 HO.$$

Quadrisélénite de soude. Quand on dissout le sel précédent dans de l'acide sélénieux, on obtient, par l'évaporation spontanée, du sélénite à quatre atomes d'acide. La formule de ce composé est :



$$SeO^2 NaO + 3(SeO^2, HO).$$

Sélénite d'ammoniaque. Cristallise quand on fait arriver de l'ammoniaque dans une dissolution alcoolique d'acide sélénieux ; il renferme :



$$SeO^2 AzH^4O.$$

Sélénite de magnésie. Il contient le même nombre d'atomes d'eau que le carbonate et le sulfite de magnésie. La formule est :



$$SeO^2, MgO + 3HO.$$

Sélénite d'oxyde de chrôme. On obtient ce sel sous forme d'une poudre amorphe verte soluble dans l'acide sélénieux. Il a pour formule :



$$3 SeO^2, Cr^2O^3.$$

Sélénite d'oxyde de manganèse. Poudre blanche, grenue, insoluble dans l'eau, soluble à froid

dans l'acide chlorhydrique qui ne l'altère que sous l'influence de la chaleur. Il contient :



$$SeO^2, MnO + 2HO.$$

Sélénite de nickel. Poudre verte qui blanchit quand on la dessèche. On l'obtient par double décomposition ; sa formule est :



$$SeO^2, NiO + HO.$$

Sélénite de zinc. C'est une poudre blanche, cristalline, insoluble dans l'eau. D'après M. Muspratt, ce sel renferme :



$$SeO^2, ZnO + 2HO.$$

Sélénite de cadmium. On l'obtient par double décomposition à l'état d'un précipité floconneux qui devient orange à l'air. Chauffé dans un tube, il fournit un sublimé jaune orangé :



$$SeO^2, CdO + 2HO.$$

Sélénite de cuivre. Il se présente sous forme d'une poudre bleuâtre cristalline correspondant à la formule :



$$3(SeO^2, CuO) + HO.$$

---

32. *Sur une série de sels insolubles d'acide phosphorique et d'acide arsénique*; par M. H. Rose (Institut, n° 834, p. 412).

Lorsqu'on calcine, suivant M. Rose, un équivalent de pyrophosphate terreux et un équivalent de carbonate alcalin, à une chaleur qui ne soit pas trop élevée, jusqu'à ce qu'on n'observe plus de perte de poids, si on reprend par l'eau chaude on obtient des phosphates doubles insolubles qui

retiennent généralement deux équivalents d'oxydes terreux pour un équivalent d'alcali.

M. Rose a préparé par cette méthode les composés suivants :

Phosphate	de chaux et de potasse...	$PO^5, 2CaO + KO$
—	de chaux et de soude. . .	$PO^5, 2CaO + NaO$
—	de strontiane et de potasse.	$PO^5, 2StrO + KO$
—	de strontiane et de soude..	$PO^5, 2StrO + NaO$
—	de baryte et de potasse. .	$PO^5, 2BaO + KO$
—	de baryte et de soude. . .	$PO^5, 2BaO + NaO$
—	de magnésie et de potasse.	$PO^5, 2MgO + KO$
—	de magnésie et de soude. .	$PO^5, 2MgO + NaO$
—	de chaux et de lithine. . .	$PO^5, 2CaO + LiO$

M. Rose signale l'existence de composés analogues que l'on obtient en remplaçant l'acide phosphorique par l'acide arsénique. On obtient des composés d'une formule semblable.

---

33. *De l'action des bases sur les sels et en particulier sur les arsénites;* par M. Alv. Reynoso. (Comptes rendus, t. XXXI, p. 68.)

L'auteur a fait les remarques suivantes, qui peuvent avoir de l'importance au point de vue de l'analyse :

L'arsénite de fer est très-soluble dans la potasse.

L'arsénite de cuivre y est aussi soluble et colore la liqueur en bleu au bout d'un certain temps ; il se précipite du protoxyde de cuivre, en même temps que l'arsénite de potasse passe à l'état d'arséniate de potasse.

L'arsénite de mercure donne une dissolution dont la décomposition est presque instantanée.

L'arsénite d'argent se dissout dans la potasse sans coloration. La dissolution se décompose très-lentement en abandonnant de l'argent métallique.

Les arsénites de cobalt, de nickel et d'urane ne se dissolvent complétement dans la potasse et dans la soude qu'à l'état naissant.

L'arsénite de plomb est insoluble dans la potasse, mais il est complétement soluble dans la soude.

L'arsénite de sesquioxyde de fer se dissout dans l'ammoniaque.

M. Reynoso attribue ces réactions à la formation de sels doubles.

---

34. *Sur un nouveau procédé de fabrication en grand du chlorate de potasse;* par M. Calvert. (Institut, n° 858, p. 188.)

Ce procédé consiste à faire passer à chaud un courant de chlore dans un mélange de 5 1/2 équivalents de chaux vive pour 1 équivalent de potasse caustique : il se produit du chlorure de calcium et du chlorate de potasse; par l'emploi de la chaux, on évite une perte considérable de potasse qui, dans le procédé ordinaire, est transformée en chlorure.

Il faut opérer à chaud; si on opère à froid, la réaction est différente, et il ne se produit que des quantités minimes de chlorate. La quantité de chlorate formée augmente aussi avec le degré de concentration de la liqueur dans laquelle on fait passer le courant de chlore.

---

35. *Sur un nouveau procédé de fabrication du sulfate de soude*; par MM. Émile Thomas, Delesse et Boucard. (Académie des sciences, 5 février 1849.)

Les auteurs de ce procédé décomposent le sulfate de fer par le sel marin à la température de zéro. Le sulfate de soude exige à zéro 8 p. 1/2 d'eau pour se dissoudre, tandis qu'il se dissout dans son propre poids d'eau à 25°. Cette faible solubilité du sulfate de soude est mise à profit pour son extraction.

On prépare le sulfate de protoxyde au moyen des pyrites. On distille celles-ci, et l'on en retire la moitié du soufre qu'elles renferment. Ce résidu est mis en tas et exposé à l'action de l'air et de l'humidité. On lessive le tas de temps en temps, et on obtient par des lavages méthodiques des eaux qui marquent 32° Réaumur, et qu'on réunit dans de grands bassins jusqu'à l'entrée de l'hiver. Quand la température est assez basse, on introduit dans ces bassins une dissolution saturée de sel marin faite à 15° environ, de façon à ce qu'il y ait un peu plus de 1 équiv. de ce sel pour 1 équiv. de sulfate de fer. Après quelques heures, on fait écouler l'eau mère, et l'on recueille les cristaux que l'on purifie par de nouvelles cristallisations.

---

36. *Sur l'hyposulfite de soude*; par M. Faget. (Journal de Pharmacie et de Chimie, t. XV, p. 533.)

M. Faget propose, pour préparer l'hyposulfite de soude, d'employer le sulfite neutre au lieu du

bisulfite, et on obtient le sulfite neutre en faisant deux parts égales d'une solution de carbonate de soude et en convertissant l'une d'elles en bisulfite. On mélange les deux portions et on fait bouillir pour chasser l'acide sulfureux en excès que l'eau a pu dissoudre ; c'est seulement alors qu'on ajoute le soufre.

On purifie l'hyposulfite de soude en le faisant fondre dans son eau de cristallisation qu'on volatilise en partie ; on laisse refroidir ; l'hyposulfite cristallise seul, et les eaux mères retiennent les impuretés.

Quand on emploie le bisulfite, il se forme d'abord du trithionate S^3O^5NaO, qui par l'ébullition se décompose en soufre et sulfate. On n'obtient ainsi qu'une liqueur très-complexe.

---

37. *Sur l'eau d'hydratation du phosphate de soude ;* par M. Marchand. (Journal für Prakt. Chemie, t. XLVI, p. 172.)

On avait admis, d'après Clarke, que le phosphate de soude cristallisé renfermait 25 équivalents d'eau. M. Malaguti trouva plus tard 27 équivalents, nombre que Berzélius adopta, en rapprochant ce sel de l'arséniate de soude cristallisé à 0°, dans lequel M. Setterberg avait trouvé 27 équivalents d'eau.

M. Marchand a trouvé dans le phosphate de soude cristallisé à 0°, comme dans celui cristallisé à la température ordinaire, 25 atomes d'eau, d'accord avec les résultats obtenus par MM. Graham, Frésénius et Chodnew.

---

38. *Sur les combinaisons de l'acide phosphorique avec la lithine;* par M. Rammelsberg. (Ann. der Chem. und Pharm., t. LXXVI, p. 261.)

M. Rammelsberg fait connaître que le phosphate de soude tribasique forme avec la lithine au moins trois combinaisons différentes. Il décrit dans son mémoire un phosphate tribasique, un sel double formé par la combinaison du sel qui précède avec un phosphate de lithine bibasique, ce sel contient 1 atome d'eau; et enfin le phosphate à un seul atome de lithine, ce sel renferme 2 atomes d'eau.

Phosphate de lithine tribasique. Ce sel se prépare, 1° en versant de l'acide phosphorique et de l'ammoniaque dans de l'acétate de lithine; 2° en ajoutant du phosphate d'ammoniaque à la dissolution neutre d'acétate de sulfate ou de chlorhydrate de lithine; il se précipite en poudre cristalline si la liqueur n'est pas trop étendue; 3° on l'obtient encore en saturant dans l'eau chaude du carbonate de lithine récemment précipité par de l'acide phosphorique.

Soluble dans 833 parties d'eau à 15° C., ce sel se dissout facilement dans l'acide nitrique. Avant comme après calcination, il précipite les sels d'argent en jaune pur. Calciné, il perd de l'eau de cristallisation, mais ne fond pas même à une température élevée. Il a pour formule :



$$PO^5 3LiO.$$

Combinaison double du phosphate tribasique et du phosphate bibasique de lithine. Ce sel se produit quand on verse une dissolution de chlo-

rure de lithine dans une dissolution de phosphate d'ammoniaque ammoniacal. Le sel cristallin qui se dépose se lave bien avec l'eau froide; il est exempt d'ammoniaque. 1 partie de ce composé se dissout dans 200 parties d'eau à la température moyenne. La dissolution précipite les sels d'argent en jaune.

La composition de ce sel double est représentée par la formule :



$$PO^5 3LiO + PO^5 LiO, HO + 2HO.$$

Chauffé à 100°, il perd 7,37 pour 100 d'eau; à + 200°, cette perte s'élève à 10,3 pour 100.

Phosphate de lithine monobasique. Dans ce phosphate l'acide contient cinq fois autant d'oxygène que la base. On l'obtient : 1° quand on dissout le phosphate tribasique dans un acide concentré, évaporant l'excès d'acide, dissolvant le résidu et faisant cristalliser ; 2° quand on prépare à l'aide du carbonate de lithine et de l'acide phosphorique le phosphate tribasique; les eaux mères retiennent du phosphate monobasique, on l'obtient en évaporant; 3° quand on évapore une dissolution d'acétate neutre de lithine avec l'acide phosphorique.

Ce sel forme des cristaux solubles et déliquescents; la dissolution précipite en jaune les sels d'argent. Chauffé à 100°, il n'éprouve aucune perte de poids; mais à une température plus élevée, il fond dans son eau, et se solidifie ensuite pour former un verre limpide déliquescent dont la dissolution précipite en blanc les sels d'argent. La perte que la chaleur lui fait éprouver s'élève à 17,32 p. 100. Cristallisé il se représente par la formule :



$$PO^5 LiO + 2HO$$

39. *Sur le poids atomique du barium;* par M. Marignac. (Ann. de Ch. et de Phys., t. XXVII, p. 213.)

Pour déterminer le poids atomique du barium, M. Marignac a précipité le chlore d'un poids concret de chlorure de barium par une liqueur titrée de nitrate d'argent. Il a calculé le poids de l'argent employé; de là il a déduit le poids du chlore, puis le poids du barium, contenus dans le chlorure.

En prenant pour équivalent du chlore 443,20, et pour l'équivalent de l'argent 1349,01, M. Marignac s'est vu conduit à modifier un peu les nombres proposés par M. Berzélius (854,85) et M. Pelouze (858,01); il a trouvé 856,77.

---

40. *Sur le bisulfite de chaux;* par MM. Mène et Vinchon. (Comptes rendus, t. XXX, p. 711.)

Suivant MM. Mène et Vinchon, le bisulfite n'existe pas. Ils ont reconnu que le bisulfite du commerce est un mélange de chaux éteinte et de sulfite; que le bisulfite n'existe pas au moins dans les conditions indiquées jusqu'à ce jour; enfin, que ni la baryte, ni la magnésie, ni l'alumine n'ont été transformées en bisulfite.

---

41. *Sur le carbonate de chaux comme ingrédient de l'eau de la mer;* par M. J. Davy. (Institut, n° 823, p. 325.)

Il résulte des observations de M. Davy que le carbonate de chaux dissous dans l'eau de mer, à

la faveur de l'acide carbonique, n'est pas également répandu dans toute la masse. Il n'a pu en constater la présence à une grande distance des terres. On n'en retrouve que dans les eaux qui baignent les côtes.

---

42. *Sur la composition du phosphate des os*; par M. Heintz. (Institut, n° 813, p. 244.)

On admet généralement d'après Berzélius que la composition du phosphate de chaux qui est renfermé dans les os, est représentée par la formule $3PO^5$, $8CaO$. Comme d'autres formules ont été proposées, M. Heintz a, pour résoudre la question, fait les expériences suivantes :

Les os concassés sont débarrassés par l'eau de tous les sels solubles, puis pulvérisés finement. Une portion de cette poudre est employée, suivant la méthode de Berzélius, au dosage de l'acide carbonique; une autre est réduite en charbon qu'on épuise par l'acide chlorhydrique; on calcine le charbon lavé et la petite quantité de cendres qu'il laisse est réunie à la dissolution acide. La liqueur, convenablement évaporée, est saturée par le carbonate de soude, et évaporée de nouveau jusqu'à siccité. Le résidu est fondu pour transformer l'acide pyrophosphorique qui s'est formé en acide phosphorique ordinaire. La masse est ensuite dissoute dans l'acide chlorhydrique, et la chaux, la magnésie, l'acide phosphorique séparés par les moyens connus.

Les résultats des expériences faites par M. Heintz l'ont conduit à admettre la formule PO^5, $3CaO$; dans toutes les analyses il y avait un leger excès de chaux, mais l'auteur a constaté directement la

présence du fluor déjà signalée depuis longtemps par Berzélius.

M. Heintz a trouvé sur 100 parties

	dans les os			
	de bœuf,	de mouton,	d'homme.	
Carbonate de chaux.	10,07	9,42	9,06	9,19
Phosphate de magnésie (PO^5, 3MgO). .	2,98	2,15	1,75	1,74
— de chaux (PO^5, 3CaO). .	83,07	84,39	85,62	85,83
Fluorure de calcium.	3,88	4,05	2,57	3,24

L'oxyde de fer, les chlorures et les sulfates qu'il n'a pas rencontré dans les os qu'il a examinés, lui paraissent être accidentels.

---

43. *Sur les phosphates cristallisés de chaux et de protoxyde de manganèse;* par M. Bœdecker (Ann. der chem. und pharm., t. LXIX, p. 206).

Phosphate de chaux. M. Bœdecker attribue la formule



$$PO^5 2CaO, HO + 4HO.$$

à un phosphate de chaux cristallisé qui prend naissance dans les circonstances suivantes :

On précipite une dissolution de chlorure de calcium par un excès de phosphate de soude, on partage la liqueur et le précipité en deux parties à peu près égales, on ajoute à l'une d'elles la quantité d'acide nitrique ou d'acide chlorhydrique nécessaire pour dissoudre ce précipité à froid et on verse dans cette dissolution l'autre partie. Au bout de 48 heures le précipité amorphe a changé d'aspect, et on peut obtenir ainsi des lamelles assez volumineuses qui possèdent un état nacré.

Phosphate de protoxyde de manganèse. En versant dans du sulfate de manganèse du phos-

phate de soude en excès, et procédant comme pour le sel de chaux qui précède, on obtient un phosphate manganeux cristallisé en tables incolores virant légèrement au rouge-clair et douées du plus vif éclat.

Examinés au microscope, ces cristaux se présentent sous la forme de prismes rhomboïdaux à quatre pans, modifiés par des facettes, de manière à affecter la forme de tables hexagonales.

L'auteur attribue à ce dernier composé la formule :



$$PO^5 2MnO, HO + 4HO.$$

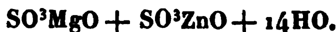
Les deux phosphates décrits par M. Bœdecker sont isomorphes ; tous les deux fondent au chalumeau ; le phosphate de chaux se transforme en une masse blanche et opaque, celui de manganèse fond en un globule brun foncé.

---

44. *Sur quelques sulfates multiples de la série magnésienne;* par M. Schaeuffelé (thèse).

L'auteur a pu produire des sulfates multiples de fer, de zinc, de magnésie, en faisant cristalliser des solutions saturées auxquelles il avait fait dissoudre des proportions variables d'autres sels.

Sulfate double de magnésie et de zinc. On l'obtient en agitant du sulfate de zinc en poudre avec une dissolution saturée de sulfate de magnésie, et faisant cristalliser par évaporation. Ce sel a pour formule



$$SO^3MgO + SO^3ZnO + 14HO.$$

Sulfate double de zinc et de fer. Une dissolu-

tion saturée de sulfate de zinc dissout beaucoup de sulfate de protoxyde de fer. En évaporant et en faisant cristalliser on obtient des cristaux de la formule



$$SO^3 FeO + SO^3 ZnO + 14 HO.$$

Sulfate de zinc, de fer et de magnésie. En mêlant ensemble les eaux mères, desquelles s'étaient séparées les combinaisons cristallisées qui précèdent, l'auteur a observé de nouveaux cristaux formés par la combinaison des sulfates de fer, de zinc et de magnésie, ayant la même formule que le sulfate de protoxyde de fer à 7 équivalents d'eau :



$$SO^3 (FeO, MnO, ZnO) + 7HO.$$

La forme était celle des cristaux de sulfate de fer.

Les cristaux du sulfate double de magnésie et de zinc participent de la forme des deux sulfates simples. Les prismes sont ceux du sulfate de zinc, mais les incidences des faces octaédriques du pointement sur les faces du prisme sont celles du sulfate de magnésie.

La forme cristalline du sulfate double de fer et de zinc est celle du sulfate de fer à 7 équivalents d'eau.

---

45. *Sur la séparation de la magnésie des alcalis, et sur l'analyse des minéraux alcalifères;* par M. Ebelmen. (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 324).

La séparation de la magnésie et des alcalis est une des opérations les plus délicates de l'analyse chi-

mique; le procédé indiqué par Berzélius et qui est généralement suivi est long et sujet à des chances d'erreur, quand on fait usage d'acétate de baryte pour éliminer l'acide sulfurique des sulfates.

M. Ebelmen fait agir simultanément sur la solution des sulfates, du carbonate de baryte et un courant d'acide carbonique; la liqueur finit par contenir de la baryte dissoute à l'état de bicarbonate, et ne retient plus la moindre trace d'acide sulfurique. Les alcalis sont changés en bicarbonates qui se dissolvent avec une petite quantité de bicarbonates de magnésie et de baryte. On les sépare aisément en filtrant la liqueur, évaporant à siccité chauffant à une assez forte chaleur pour ramener le tout à l'état de carbonate neutre, et reprenant par une très-petite quantité d'eau bouillante, qui ne dissout que les carbonates alcalins sans magnésie ni baryte.

L'alumine ne nuit en rien à l'exactitude du procédé qui peut être avantageusement appliqué à la détermination des alcalis contenus dans les silicates alcalifères.

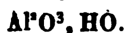
Voici la marche qu'il faut suivre. Après l'attaque par l'acide fluorhydrique et la transformation des bases en sulfates, on ajoute de l'ammoniaque ou du carbonate d'ammoniaque. On élimine ainsi l'alumine, le peroxyde de fer, une portion de la magnésie et de l'oxyde de manganèse. On filtre et on fait bouillir avec du carbonate de baryte qui décompose complétement le sulfate d'ammoniaque; quand une nouvelle addition de carbonate de baryte ne dégage plus de carbonate d'ammoniaque, on traite par l'acide carbonique en opérant comme il est dit plus haut. On évite ainsi d'éliminer le sulfate d'ammoniaque par

la calcination, et le dosage des alcalis est rendu plus simple et plus exact.

---

46. *Sur le carbonate d'alumine*, par M. Danson. (Ann. der chem. und pharm., t. LXXIII, p. 120.)

On trouve dans tous les traités de chimie que le précipité obtenu par un carbonate alcalin dans un sel d'alumine, est de l'hydrate



$$Al^2O^3, HO.$$

En précipitant l'alun par le carbonate d'ammoniaque, il se forme un volumineux précipité qui, lavé complétement et séché dans le vide, renferme selon M. Danson,



$$2CO^2 + 3Al^2O^3 + 16HO.$$

Gmelin a déjà cité un carbonate de chrôme.



$$3CO^2 + Cr^2O^3 + 3HO.$$

---

47. *Sur la séparation de l'acide phosphorique des bases en général, et de l'alumine en particulier*; par M. H. Rose (Institut, n° 831, p. 389).

La méthode proposée par M. Rose pour séparer les bases de l'acide phosphorique, et fondée sur l'emploi du mercure métallique, ne convient plus, suivant ce même chimiste, quand l'alumine se trouve au nombre des bases que renferme la matière dont on veut doser l'acide phosphorique.

Dans ce cas spécial, voici la marche que M. Rose propose de suivre :

Après s'être assuré, par le moyen du molybdate d'ammoniaque, que la matière renferme de l'acide phosphorique, même en très-petite quantité, on opère de cette manière :

On dissout le composé d'acide phosphorique dans l'acide azotique ou chlorhydrique, on étend d'eau et on ajoute une quantité suffisante de carbonate de baryte ; puis après quelques jours pendant lesquels on agite fréquemment en laissant au frais, on filtre et on lave avec de l'eau froide les parties non dissoutes.

La liqueur filtrée renferme les bases qui se trouvaient combinées avec l'acide phosphorique, excepté l'alumine, l'oxyde de fer et autres bases faibles. Ces bases, de même que l'acide phosphorique, ont été complétement précipitées.

Au moyen de l'acide sulfurique, on précipite de la liqueur toute la baryte dissoute. Cette opération n'offre quelques difficultés que quand la chaux ou la strontiane sont au nombre des éléments de la matière à analyser. Dans la dissolution filtrée, on dose les bases par les moyens ordinaires.

La portion non dissoute renferme tout l'acide phosphorique, ainsi que l'alumine et l'oxyde de fer qui lui étaient combinés. On la dissout dans l'acide chlorhydrique, et par l'acide sulfurique on précipite la baryte provenant de l'excès du carbonate de baryte. La solution filtrée est saturée avec du carbonate de soude et évaporée à siccité ; la masse sèche est ensuite mélangée à de la silice et à du carbonate de soude et chauffée au rouge. On reprend par l'eau et on se débarrasse de l'acide silicique par le carbonate d'ammoniaque ; on filtre, on sature avec de l'acide chlorhydrique

en excès, on verse de l'ammoniaque et on précipite l'acide phosphorique sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien.

Ce qui n'est pas dissout est mis en digestion avec de l'acide chlorhydrique, et on évapore à siccité ; on humecte la masse avec de l'acide chlorhydrique ; on enlève l'excès de silice par la filtration et on sépare ensuite l'alumine et l'oxyde de fer par les moyens connus.

---

48. *Chromate de cuivre et de potasse ;* par M. Knop jeune (Ann. der Chem. und Pharm., t. LXX, p. 52).

M. Knop a obtenu cette combinaison : 1° en versant une dissolution de bichromate de potasse sur de l'hydrate de cuivre récemment précipité ; 2° en faisant un mélange de dissolution de sulfate de cuivre et de bichromate de potasse en excès, auquel on ajoute de la potasse caustique. Le précipité, d'abord clair, devient brun et cristallin.

C'est une poudre insoluble dans l'eau, à laquelle l'auteur assigne la composition :



$$CrO^3, 3CuO + CrO^3, KO + 3HO.$$

L'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque liquides la dissolvent en se colorant en vert, et la dissolution saturée à chaud laisse déposer des cristaux prismatiques brillants qui paraissent identiques au chromate de cuivre ammoniacal de MM. Malaguti et Sarzeau.

---

49. *Sur le trichromate de potasse*; par M. Bothe (Journal für prakt. Chemie, t. XLVI, p. 184).

Ce sel se forme quand on prépare l'acide chromique par le procédé de M. Fritzche. On l'obtient en plus grande quantité en dissolvant à chaud vers 60°, dans de l'acide nitrique ordinaire de 1,210 de densité, du bichromate de potasse. Il se dépose, par le refroidissement lent, une agglomération de cristaux de deux couleurs différentes, qu'on sépare mécaniquement. Le trichromate de potasse se présente en prismes rhomboïdaux obliques de 135°, rouges et brillants. On les fait cristalliser de nouveau pour les purifier.

Ce sel est anhydre, et, d'après M. Bothe, il a la formule :



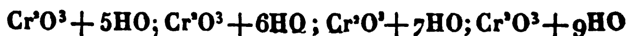
$$3(CrO^3)KO,$$

Il est très-soluble. Chauffés vers 150°, les cristaux décrépitent légèrement; à une température plus élevée, ils fondent, mais en s'altérant; après le refroidissement, la masse se prend en cristaux qui n'ont plus la composition du trichromate de potasse.

---

50. *Sur les modifications différentes des sels de sesquioxyde de chrôme*; par M. Lefort (Comptes rendus, t. XXX, p. 417).

M. Lefort a reconnu que les oxydes de chrôme des modifications verte, bleu-violet et rouge forment quatre hydrates parfaitement définis qui se représentent par



$$Cr^2O^3 + 5HO;\ Cr^2O^3 + 6HO;\ Cr^2O^3 + 7HO;\ Cr^2O^3 + 9HO$$

Ces oxydes donnent avec les acides des sels qui

correspondent à leurs modifications; mais tous avec le temps reviennent, par suite d'un nouvel arrangement moléculaire, à la modification bleu-violet, qui paraît être l'état normal de l'oxyde de chrôme dans ses différentes combinaisons.

---

51. *Note sur l'équivalent du chrôme;* par M. Lefort (Comptes rendus, t. XXX, p. 416).

M. Lefort a fait de nouvelles expériences pour déterminer l'équivalent du chrôme. Berzélius avait donné le nombre 351; d'autres chimistes, 320 et 330; M. Lefort est arrivé au nombre 333,50 par l'analyse du chromate de baryte.

---

52. *Recherches analytiques sur la fonte de fer;* par M. Wrigtson (Institut, n° 833, p. 407).

Cette série d'analyses démontre l'influence de l'air chaud pour produire du fer rouverain, en occasionnant une réduction plus considérable de l'acide phosphorique et l'augmentation consécutive du phosphore dans le fer à l'air chaud. Ces fers différaient aussi beaucoup par l'état sous lequel le carbone était contenu dans la fonte blanche et dure, ressemblant à de l'acier impur, contenant presque tout son carbone à l'état de combinaison chimique, tandis que celui renfermé dans les fontes grises et truitées y était principalement à l'état de mélange. La présence du sodium et du potassium, dans tous les échantillons examinés, a aussi été signalée pour la première fois. M. Wrigtson pense que ces métaux affectent matériellement les qualités de la fonte.

---

52 bis. *Sur le cuivre contenant du phosphore et l'action corrosive de l'eau de mer sur diverses variétés de ce métal;* par M. Percy (Institut, n° 833, p. 407).

En analysant un cuivre auquel on avait ajouté à l'état de fusion un peu de phosphore et qu'on avait ensuite agité avec une baguette de fer, M. Percy a trouvé que ce cuivre avait gardé jusqu'à 2,41 pour 100 de fer, et presque autant de phosphore tout en conservant sa ténacité et sa malléabilité. A ce sujet, il rapporte quelques expériences faites sur un alliage de phosphore et de cuivre, moins attaqué par l'eau de la mer que les autres variétés de ce dernier métal, et qui serait d'un emploi convenable pour le doublage des bâtiments.

---

53. *Sur la tôle émaillée;* par M. Pâris (Technologiste, octobre 1849).

La composition vitreuse dont M. Pâris se sert pour enduire les objets en tôle qu'il veut préserver de l'oxydation est composée de :

130,0	parties de flint-glass.
20,5	parties de carbonate de soude.
12	d'acide borique.

On fait fondre le tout dans un creuset de verrerie; on pile et on tamise.

Les articles qu'on veut enduire de cette glaçure vitreuse, quelle que soit leur forme, sont d'abord décapés à l'aide d'un acide étendu, puis séchés et recouverts de gomme arabique dissoute dans l'eau qu'on applique avec un pinceau aussi également

que possible. L'enduit vitreux est tamisé par-dessus cette couche de gomme, qui en fait adhérer une épaisseur convenable. Les pièces, ainsi préparées, sont placées dans un four où une température de 100 à 140° centigrades les dessèche complétement, puis transportées dans un four, où elles sont chauffées jusqu'à ce que le vernis soit complétement fondu ; la température s'élève jusqu'au rouge cerise. Quand la glaçure est en pleine fusion, on retire les pièces et on les dépose dans un endroit fermé, où elles sont abandonnées à un refroidissement lent et protégées contre tout courant d'air froid.

---

54. *Réduction du fer;* par M. Poumarède (Comptes rendus, t. XXIX, p. 518).

M. Poumarède fait connaître de cette manière le résultat de ses observations :

Si dans un cylindre de fonte placé verticalement dans un fourneau à réverbère, qui communique par un tube assez long et placé à sa partie supérieure avec l'atmosphère ou avec une série d'autres appareils, on introduit des vases en tôle à fond plat, dans lesquels on a déjà placé une certaine quantité de colcothar ou de fer carbonaté, et entre lesquels on a soin d'intercaler du charbon de bois, contenu dans des châssis en toile métallique ou en fil de fer, et qu'on porte ensuite le cylindre à la température rouge, on observe, pendant tout le temps que dure l'opération, un dégagement d'oxyde de carbone, qu'on peut utiliser à d'autres réductions; et lorsque ce dégagement a cessé et que l'appareil est complétement refroidi, on voit

que l'oxyde de fer ou le fer carbonaté a été complétement réduit, et à leur place on trouve du fer à l'état spongieux, non pyrophorique, qui n'indique point la présence du carbone, et qui jouit d'ailleurs de toutes les propriétés du fer très-pur.

---

55. *Note sur l'équivalent du fer*; par M. Maumené (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 380).

D'après l'augmentation de poids d'une quantité donnée de fer métallique bien pur, traité par l'acide nitrique, puis précipité par l'ammoniaque, lavé et calciné, M. Maumené obtient le nombre 350 pour l'équivalent chimique du fer.

---

56. *Sur l'extraction du nickel et du cobalt en grand*; par M. Louyet (Instit. n° 783, p. 6).

M. Louyet fait connaître en ces termes le procédé d'extraction du nickel et du cobalt qui est pratiqué dans une usine de Birmingham :

Le minerai traité provient de Hongrie; il consiste principalement en sulfarséniures métalliques, et renferme habituellement 6 p. 100 de nickel et 3 p. 100 de cobalt. Cependant ces proportions sont assez variables.

On mélange ce minerai avec une petite quantité de carbonate de chaux et de spath fluor, et on chauffe le tout au rouge blanc dans un four à réverbère; la masse fond à cette température élevée; on obtient une masse fluide d'apparence métallique ainsi qu'une scorie qui surnage et qu'on enlève à l'aide d'un ringard. On fait sortir la masse fluide

par une ouverture pratiquée dans le fourneau, on l'arrose pour la concasser avec facilité, et on la brise en morceaux. L'expérience a prouvé que si la scorie est de couleur mate, elle contient du fer; si, au contraire, sa surface est noire et brillante, elle n'en renferme pas. La masse métallique est broyée en poudre très-fine que l'on calcine ensuite au rouge vif dans un four, en graduant la chaleur pour éviter la fusion, et brassant continuellement. Il se volatilise une grande quantité d'acide arsénieux. L'air a libre accès dans la masse; elle s'oxyde et diminue de poids. La calcination, qui dure douze heures environ, est continuée jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de fumée blanche. Le résidu de la calcination est traité par l'acide chlorhydrique qui le dissout presque entièrement; la liqueur est étendue d'eau, puis on y ajoute un lait de chaux et de l'hypochlorite de chaux; il se forme un précipité de fer et d'arsenic que l'on rejette après l'avoir lavé. L'hypochlorite de chaux peroxyde le fer et facilite sa précipitation par la chaux.

On fait passer dans la liqueur un courant d'acide sulfhydrique lavé, produit à l'aide du sulfure de fer et de l'acide sulfurique étendu; on fait ainsi affluer le gaz dans la solution jusqu'à ce qu'elle en soit saturée. On arrête le courant gazeux lorsqu'en ajoutant de l'ammoniaque liquide à une petite quantité de la liqueur filtrée, il se forme un précipité noir; s'il n'y avait pas un excès d'acide sulfhydrique, le précipité produit par l'ammoniaque serait vert. Le gaz sufhydrique détermine dans la liqueur la formation d'un précipité; on lave celui-ci, et comme il est un peu soluble, on fait passer de nouveau le courant de gaz sulfhydrique dans les eaux de lavage; le précipité est

rejeté. On précipite ensuite le cobalt à l'aide d'une solution d'hypochlorite de chaux ; le précipité, lavé, séché, puis calciné au rouge, est considéré comme sesquioxyde de cobalt; on le livre en partie au commerce sous cette forme; une autre partie est chauffée au rouge blanc; l'oxyde ainsi traité perd de son poids tout en augmentant de densité, et on le vend comme protoxyde de cobalt.

La liqueur d'où le cobalt a été précipité est traitée par un lait de chaux; de cette manière on précipite le nickel à l'état d'hydrate. Cet hydrate est lavé, séché et calciné au rouge; mêlé ensuite avec du charbon, on le réduit à l'état de nickel en grumeaux par l'action d'une forte chaleur.

Ce nickel sert à fabriquer l'argentan ; quant à l'oxyde de cobalt, il est presque entièrement consommé par les fabriques de faïence du Staffordshire.

L'oxyde de cobalt obtenu par cette méthode est d'une pureté remarquable; il ne contient pas de nickel; il ne coûte que 85 francs le kilog., prix extrêmement bas si l'on considère sa pureté. Le nickel métallique est vendu 35 francs le kilog.

---

57. *Sur les oxydes du cobalt;* par M. Rammelsberg (Ann. der Physik. und Chim.), t. LXXVIII, p. 93).

On a proposé de doser le cobalt à l'état d'oxyde Co^6O^7 qui se forme, suivant M. Beetz, par la calcination à l'air soit du cobalt métallique, soit du protoxyde, du carbonate ou de l'oxalate de cobalt.

M. Rammelsberg a précipité des dissolutions de cobalt en ébullition par la potasse ou par le carbonate de potasse. Ces précipités calcinés, soit

à l'air, soit dans l'oxygène, ont été pesés, puis réduits par un courant d'hydrogène, ils ont tous présenté la composition Co^3O^4.

M. Rammelsberg avait opéré à une température assez basse, M. Beetz avait calciné à une chaleur beaucoup plus intense. L'intensité du feu influe donc sur la nature du produit.

Il résulte de ces expériences que la combinaison Co^6O^7 ne saurait être employée au dosage du cobalt, et qu'il faut toujours avoir recours à la réduction dans un courant d'hydrogène.

---

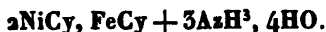
58. *Note sur plusieurs combinaisons nouvelles de l'ammoniaque avec les cyanoferrures et en particulier avec le cyanoferrure de nickel;* par M. A. Reynoso (Comptes rendus, t. XXX, p. 409).

L'auteur décrit quelques nouveaux composés de cyanoferrures de nickel et d'ammoniaque.

Voici leur composition et leurs principales propriétés :

Cyanoferrure de nickel ammoniacal. On l'obtient : 1° en versant directement de l'ammoniaque sur le cyanoferrure de nickel récemment précipité, et humide; 2° en versant du cyanoferrure de potassium dans une dissolution de nickel contenant beaucoup d'ammoniaque; 3° en faisant réagir un sel de nickel sur un mélange de cyanoferrure de potassium et d'ammoniaque.

Ce sel cristallise en aiguilles très-fines, d'une couleur violacée; il a pour formule :



$$2NiCy, FeCy + 3AzH^3, 4HO.$$

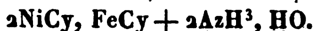
Il est d'une très-grande instabilité; par l'expo-

sition à l'air il se décompose en ammoniaque et cyanoferrure de nickel; quand il a été séché, l'air ne l'altère plus, mais entre 100 et 150° il dégage de l'ammoniaque et de l'eau et il reste un résidu abandonnant, à une température plus élevée, de l'ammoniaque et du cyanhydrate d'ammoniaque; il reste des carbures de fer et de nickel pyrophoriques qui s'enflamment en petillant et brûlent à l'air comme une fusée.

L'eau décompose ce sel en ammoniaque et cyanoferrure de nickel; les acides faibles s'emparent de l'ammoniaque, les acides concentrés décomposent le cyanoferrure de nickel, la potasse dégage de l'ammoniaque en produisant un précipité d'oxyde de nickel et de cyanoferrure du potassium.

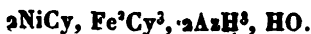
Cyanoferrure de nickel bi-ammoniacal. En versant du cyanoferrure de potassium dans une dissolution de nitrate de nickel ammoniacal, on obtient un précipité blanc verdâtre qui par la dessiccation se montre en masse vert foncé et qui donne une poussière blanche. Ce corps insipide insoluble est tout à fait inaltérable par l'eau; les acides faibles s'emparent de l'ammoniaque; la chaleur le décompose en laissant un carbure qui brûle en fusant et en dégageant de l'ammoniaque et du cyanhydrate d'ammoniaque.

M. Reynoso assigne à cette matière la formule:



$$2NiCy, FeCy + 2AzH^3, HO.$$

Cyanoferride de nickel bi-ammoniacal. Le cyanoferride de potassium versé dans le nitrate de nickel ammoniacal produit un précipité d'un beau jaune, soluble dans un excès d'ammoniaque et dont la formule est:



$$2NiCy, Fe^2Cy^3, 2AzH^3, HO.$$

59. *Considérations sur le poids atomique du cuivre et sur quelques composés de ce métal*; par M. Persoz (Ann. de ch. et de physique, t. XXV, p. 257).

Dans ce travail, l'auteur a cherché à établir que les sels cuivriques éprouvent des doubles décompositions en présence d'un grand nombre de sels et spécialement des sulfates de potasse, de soude et des chromates de même base;

Qu'au nombre des produits de ces doubles décompositions on obtient du sulfate tricuivrique



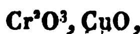
$$SO^3, 3CuO + 2HO,$$

et du chromate tricuivrique



$$CrO^3, 3CuO + 2HO;$$

Que le chromate tricuivrique est décomposé par la chaleur et transformé en chromite cuivrique



$$Cr^2O^3, CuO,$$

même quand il y a excès d'oxyde de cuivre mélangé;

Que le nitre pur, fondu avec les sels cuivriques, les phosphates exceptés, est le meilleur agent qu'on puisse employer pour isoler et doser l'oxyde de cuivre;

Enfin, que la réaction du sulfate de potasse ou de soude sur le sulfate de cuivre peut être avantageusement appliquée au traitement de certains minerais de cuivre et de cobalt.

60. *Analyses de deux bronzes antiques de l'époque gallo-romaine*; par M. Salvétat (Ann. de chim. et de phys., t. XXX, p. 361).

Ces bronzes ont été trouvés dans un tombeau de la cité de Lime, près de Dieppe : ils sont composés de :

Étain.	23,52	15,73
Cuivre.	75,55	79,93
Plomb.	0,47	3,50
Perte.	0,46	0,84
	100,00	100,00

61. *Sur les équivalents du cérium, du lanthane et du didyme*; par M. Marignac (Ann. de ch. et de phys., t. XXVII, p. 209).

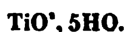
M. Marignac a déterminé avec beaucoup de soin l'équivalent chimique du cérium, du lanthane et du didyme. Il adopte les nombres suivants :

Équivalent du cérium.	590,8
— du lanthane.	588,0
— du didyme.	620,0

62. *Recherches sur le titane et ses combinaisons*; par M. Demoly (Revue scientifique, t. XXXIV, p. 325).

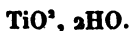
M. Demoly adopte comme équivalent du titane métallique le nombre 350 ; il étudie les hydrates d'acide titanique et quelques titanates.

Hydrates. L'acide titanique séché à l'air contient 5 équivalents d'eau :



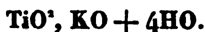
$TiO^2, 5HO.$

Séché dans le vide ou séché à + 140°, il perd 3 équivalents, et devient :



$TiO^2, 2HO.$

Titanates. Le titanate de potasse cristallise en prismes incolores ; il est soluble dans l'eau et contient :



$TiO^2, KO + 4HO.$

Le titanate de soude est aussi soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool ; il renferme :



$TiO^2, NaO + 4HO.$

L'auteur signale encore quelques métatitanates et quelques combinaisons du chlorure de titane.

Avec l'eau, ce chlorure forme une masse cristalline



$TiCl^2, 5HO.$

qui, séchée dans le vide, devient :



$TiCl^2, 2HO.$

L'alcool et l'éther donnent aussi les combinaisons définies :



$TiCl^2 + 2C^4H^5O$ et $TiCl^2, 2C^4H^6O^2.$

---

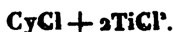
63. *Sur le chlorocyanure de titane ;* par M. Wœhler (Institut, n° 842, p. 62).

Ce composé se forme, suivant M. Wœhler, instantanément, et avec un dégagement considérable de chaleur, toutes les fois qu'on fait passer du chlorure de cyanogène gazeux sur du chlorure de titane ; au bout de quelque temps celui-ci

est transformé en une masse poreuse, jaune et cristalline.

Le chlorocyanure de titane est jaune citron et très-volatil; même au-dessous de 100°, il commence à se sublimer en cristaux limpides jaune citron : il cristallise en octaèdre rhombique. Exposé à l'air humide, il répand des fumées épaisses et devient blanc de lait, en développant une odeur piquante de chloride de cyanogène. Il est dissous par l'eau avec un fort dégagement de chaleur et de chlorure de cyanogène. Il est soluble à chaud dans le chloride de titane, et s'en sépare par refroidissement sous forme de cristaux. Il absorbe en s'échauffant beaucoup de gaz ammoniac, et forme un composé rouge-orangé foncé, qui se résout à l'air en un liquide limpide, et se dissout dans l'eau avec élimination partielle d'acide titanique.

M. Wœhler assigne à ce chlorocyanure de titane la formule



$$CyCl + 2TiCl^2.$$

---

64. *Sur le titane*; par M. Wœhler (Comptes rendus, t. XXIX, p. 505).

On avait cru jusqu'à présent que les cristaux cubiques du titane qu'on rencontre assez souvent dans les scories de hauts-fourneaux étaient du titane métallique; je viens de reconnaître que ces cristaux sont formés de cyanure et d'azoture de titane; ils contiennent 18 p. 100 d'azote et 4 p. 100 de carbone, et ont pour formule :



$$TiC^2Az + 3Ti^3Az \quad \text{ou} \quad TiCy + 3Ti^3Az.$$

J'ai constaté que le titane obtenu par la méthode de M. H. Rose est un azoture de titane contenant 28 p. 100 d'azote; la formule est :



Ti^3Az^2.

Les cristaux cubiques fondus avec de l'hydrate de potasse donnent naissance à du gaz ammoniac.

Ces mêmes cristaux chauffés dans un courant de chlore produisent un chlorure titanique liquide et un corps cristallisé très-volatil qui est une combinaison de cyanure et de chlorure de titane. Ce dernier corps peut être obtenu directement en mettant en contact le chlorure de titane avec du chlorure de cyanogène gazeux. Le gaz est absorbé avec dégagement de chaleur.

En chauffant les cubes jusqu'au rouge dans un courant de vapeur d'eau, celle-ci est décomposée : on obtient du gaz hydrogène comme l'avait déjà annoncé M. Regnault; mais il se produit en outre de l'ammoniaque et de l'acide hydrocyanique. L'acide titanique qui reste présente la même forme octaédrique que l'anatase; c'est l'*anatase artificiel.*

J'ai réussi à former les cristaux cubiques en chauffant au feu de forge un mélange d'acide titanique et de cyanoferrure de potassium.

Quant à l'azoture simple, on l'obtient très-facilement en chauffant jusqu'au rouge l'acide titanique dans un courant de gaz ammoniac, de cyanogène ou d'acide cyanhydrique. Ce corps se présente toujours avec un éclat métallique remarquable. Par ce procédé, j'ai pu obtenir les azotures de plusieurs autres métaux dont je m'occupe en ce moment.

---

65. *Préparation de l'acide titanique exempt de fer;* par M. Wœhler (Institut, 1850, p. 46).

La méthode employée par M. Wœhler pour obtenir de l'acide titanique exempt de toute trace de fer est très-simple. Voici en quoi elle consiste :

On fait fondre le rutile réduit en poudre fine et mêlé avec le double de son poids de carbonate de potasse dans un creuset de porcelaine qu'on introduit dans un creuset de terre; on fait dissoudre la masse dans une quantité suffisante d'acide fluorhydrique étendu. Il se forme du titanofluorure, très-difficilement soluble, qui cristallise aisément, et qui ne tarde pas à se précipiter. On ajoute de l'eau, on chauffe et on filtre bouillant, même avec des vases de verre, si l'on a eu soin d'éviter tout excès d'acide fluorhydrique. Par le refroidissement la majeure partie du sel se dépose en paillettes cristallines brillantes, et tout le liquide se prend en un magma. On sépare le sel par le filtre, on lave à l'eau froide, on comprime entre des doubles de papier et on purifie par des cristallisations répétées dans l'eau bouillante.

L'acide titanique est précipité ensuite de la solution aqueuse à chaud par l'ammoniaque à l'état de titanate d'ammoniaque parfaitement blanc qui ne noircit pas par le sulfhydrate d'ammoniaque, et qui donne par l'application de la chaleur, avec dégagement d'ammoniaque, de l'acide titanique parfaitement pur.

Les eaux-mères peuvent fournir encore de l'acide titanique exempt de fer, si l'on y verse de l'ammoniaque avec ménagement, et qu'on filtre de suite. Tout l'oxyde de fer se précipite, entraînant un peu d'acide titanique, et en filtrant,

comme l'ammoniaque ne fait pas naître immédiatement le dépôt de titanate d'ammoniaque, portant ensuite à l'ébullition, on précipite jusqu'aux dernières traces d'acide titanique.

---

66. *Sur un nouveau procédé de dosage de l'étain*; par M. Mène (Comptes rendus, t. XXXI, p. 82).

La séparation de l'étain à l'état d'acide stannique exige beaucoup de temps, en même temps qu'elle n'est pas d'une exactitude parfaite. M. Mène propose une méthode expéditive basée sur le principe des liqueurs titrées.

On introduit dans un matras d'environ un demi-litre 1 à 2 grammes de la matière à analyser avec un mélange de 1 p. d'acide nitrique et 6 p. d'acide chlorhydrique. On attaque vivement par une courte ébullition, ou mieux jusqu'au moment où la liqueur devient colorée en jaune et sent fortement le chlore. L'étain dans ce moment se trouve dissous à l'état de perchlorure. C'est alors que l'on ajoute du zinc dans le ballon jusqu'à ce que la liqueur devienne claire, incolore et limpide. Le zinc en se dissolvant précipite l'étain à l'état métallique; mais l'excès d'acide chlorhydrique le redissout immédiatement, et l'étain se trouve dans la liqueur maintenu à l'état de protochlorure. Avec une burette graduée on verse la dissolution titrée du perchlorure de fer jusqu'à coloration fixe, et l'on détermine par un simple calcul la proportion d'étain que l'on voulait trouver. Si la liqueur à essayer contient du cuivre, il est bon d'y ajouter une certaine quantité d'eau.

Lorsque l'alliage renferme des métaux qui, comme le cuivre, le plomb, sont peu attaquables par l'acide chlorhydrique, le zinc les ramène à l'état métallique sous forme d'une poudre qui occupe le fond du vase et ne gêne nullement l'opérateur.

Si l'alliage renferme du fer, ou d'autres métaux solubles dans l'acide chlorhydrique, ils se redissolvent et restent à l'état de protochlorure, ce qui encore ne change rien à la réaction.

L'arsenic seul est un embarras; M. Mène conseille de s'en débarrasser préalablement par une fonte au creuset brasqué.

La chaux, l'alumine, la baryte ne mettent aucun obstacle à ce procédé.

---

67. *Action de l'acide phosphorique sur l'acide molybdique*; par MM. Struve et Svanberg (Journ. für prakt Ch., t. XLIV, p. 257).

MM. Svanberg et Struve font connaître une réaction nouvelle de l'acide phosphorique d'une extrême sensibilité qui leur a permis de découvrir cet acide dans toutes les roches et pour ainsi dire dans tous les minéraux.

Quand on met de l'acide molybdique en présence de petites quantités d'acide phosphorique, si l'on chauffe, l'acide molybdique devient jaune citron. La liqueur elle-même se colore; les acides y font naître un précipité jaune caractéristique de l'acide phosphorique.

La sensibilité de ce réactif est telle qu'il peut déceler immédiatement l'acide phosphorique contenu dans le feldspath : il suffit de faire dissoudre

dans un acide l'alumine retirée du feldspath, d'y ajouter du molybdate d'ammoniaque pur, et enfin un excès d'acide. Il se produit aussitôt une coloration jaune très-vive.

---

68. *Note sur le dosage quantitatif de l'acide tungstique et des combinaisons du tungstène;* par M. H. Rose (Institut, n° 795, p. 102).

Berzelius a proposé comme moyen le plus convenable pour séparer l'acide tungstique de ses combinaisons avec les alcalis, la précipitation par les sels de protoxyde de mercure. La fusion des tungstates à base d'oxydes métalliques avec le carbonate de soude ramène l'analyse de ces tungstates au cas qui précède. M. H. Rose constate la perfection de cette méthode, en l'appliquant à l'étude de la combinaison remarquable obtenue par M. Wœhler; en traitant le tungstate acide de soude par l'hydrogène, il est conduit à regarder ce composé comme un sel double formé par une combinaison de tungstate d'oxyde de tungstène avec du tungstate de soude, ainsi que M. Malaguti l'avait indiqué.

---

69. *Note sur le dosage quantitatif de l'antimoine;* par M. H. Rose (Institut, n° 834, p. 411).

M. Rose indique la dissolution d'or comme un bon moyen de dosage pour l'acide antimonieux.

Pour séparer l'étain de l'antimoine, il recommande l'emploi de l'alcool étendu pour séparer le stannate de soude de l'antimoniate de même base, après la fusion au creuset d'argent avec de la soude

des oxydes obtenus par le traitement de l'alliage par l'acide azotique. Le stannate de soude est légèrement chauffé pour éliminer l'alcool, décomposé par l'acide sulfurique étendu et traité par l'hydrogène sulfuré qui précipite du sulfure d'étain. L'antimoniate de soude est dissous dans un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide tartrique, et l'antimoine est précipité de sa dissolution par l'acide sulfhydrique, sous forme de sulfure d'antimoine.

Cette méthode est employée par l'auteur à la séparation d'un mélange d'antimoine, d'arsenic et d'étain.

M. Rose décrit un réactif différent du sel d'or pour reconnaître la présence d'un mélange d'acide antimonique et d'acide antimonieux. Il commence par déclarer que le sel d'or peut faire découvrir la présence de l'acide antimonieux même en mélange d'une forte proportion d'acide antimonique. Le nitrate d'argent est cependant un réactif bien plus sensible. En versant ce sel dans une dissolution contenant de l'acide antimonieux et de l'acide antimonique qu'on a fait fondre avec la potasse, il se produit un précipité noir insoluble dans l'ammoniaque qui ne dissout que l'excès d'oxyde d'argent et l'antimoniate d'argent précipités simultanément.

---

69 bis. *Note sur le chlorosulfure d'antimoine;* par M. Cloez (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 374).

Quand on fait arriver lentement de l'acide sulfhydrique bien sec sur du perchlorure d'antimoine placé dans une cornue tubulée, le gaz est absorbé

avec élévation de température et dégagement d'acide chlorhydrique. Quand l'action est terminée, le perchlorure se trouve changé en une masse solide blanche cristalline à laquelle M. Cloez assigne la formule :



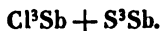
$$SbCl^3S^2.$$

Ce corps est fusible à une température assez basse ; chauffé au-dessus de son point d'ébullition, il se dédouble en soufre et protochlorure d'antimoine : l'air sec ne l'attire pas, mais l'air humide le transforme en un liquide jaune d'une consistance oléagineuse. L'eau le décompose immédiatement en un mélange de soufre et d'oxychlorure d'antimoine. L'acide hydrochlorique agit comme l'eau, et, en quantité suffisante, il redissout l'oxychlorure ; l'acide tartrique forme un précipité jaune orangé de sulfure d'antimoine mélangé d'une certaine quantité d'oxyde.

---

70. *Action de l'hyposulfite de soude sur le chlorure d'antimoine ;* par M. Strohl (Journal de pharm. et de ch., t. XVI, p. 11).

L'hyposulfite de soude réagit lentement à froid sur le protochlorure d'antimoine. A chaud, la réaction est immédiate ; il se forme une poudre cramoisie qu'on obtient aussi, selon M. Pettenkofer, avec l'émétique et l'hyposulfite de soude, en faisant bouillir dans de l'acide chlorhydrique. M. Pettenkofer lui assigne la formule :



$$Cl^3Sb + S^3Sb.$$

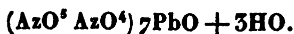
---

boïdales ; 1 partie de ce corps se dissout dans 85 parties d'eau à la température ordinaire ; à 85°, il commence à se décomposer ; à une température plus élevée, il fond dans son eau de cristallisation, se boursoufle, mais il conserve sa forme si on ne lui enlève son eau que peu à peu ; il blanchit alors.

Bien sec, il ne se décompose pas quand on l'introduit par petites portions dans l'eau bouillante ; mais en présence du plomb métallique, la décomposition est presque immédiate.

Autre hyponitrate de plomb basique. Ce sel s'est déposé en cristaux durs après qu'on a fait bouillir pendant plusieurs jours une dissolution de nitrate de plomb sur du plomb métallique ; il possède une couleur orange. L'angle du prisme vertical est de 123° ; celui du prisme horizontal est de 6[illegible]° ; les cristaux se clivent d'après la face horizontale.

Il se représente par la formule :



$$(AzO^5\ AzO^4)\ 7PbO + 3HO.$$

Autre hyponitrate de plomb basique. Ce sel a été préparé et analysé par M. Péligot ; il possède une couleur orangée. On peut l'obtenir en faisant bouillir une dissolution de l'hyponitrate de plomb bibasique sur le plomb métallique.

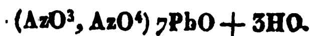
Il a pour formule :



$$2AzO^4 + 7PbO + 3HO.$$

Autre hyponitrate de plomb basique. M. Bromeis signale encore un nouveau composé, qui se distingue du précédent par l'éclat de ses cristaux.

Il lui assigne la formule :

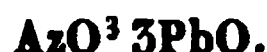


$$(AzO^3, AzO^4)\ 7PbO + 3HO.$$

Nitrite de plomb bibasique. Ce sel se produit en petite quantité quand on fait bouillir pendant quelque temps le premier hyponitrate basique avec du plomb métallique; il se dépose alors en mélange avec ce dernier et le sel orange; il constitue de longues aiguilles prismatiques à base rhombe, jaune d'or; on ne peut le séparer que mécaniquement. Il contient :


$$AzO^3\,2PbO + HO.$$

Nitrite de plomb tribasique. Berzélius a déjà obtenu ce composé; il cristallise en lamelles rouge brique; il se forme toutes les fois qu'on fait bouillir pendant quelques heures la dissolution du sel orange avec du plomb. Par le refroidissement, il se dépose sous forme de cristaux, tantôt rouge cerise, tantôt verts, tantôt avec des couleurs intermédiaires. Il renferme :


$$AzO^3\,3PbO.$$

Nitrite de plomb quadribasique. M. Chevreul avait reconnu à ce composé une coloration incarnat; M. Péligot lui attribuait une couleur rose faible; M. Bromeis l'a obtenu avec une couleur vert brunâtre. Les cristaux ont un éclat soyeux, et résistent sans s'altérer à une température de 150° c. Il renferme :


$$AzO^3\,4PbO + HO.$$

---

73. *Sur quelques combinaisons de l'acide borique avec l'oxyde de plomb;* par M. Hérapath (Journal für prakt Chemie, t. XLVII, p. 225).

Ces combinaisons sont analysées et ainsi décrites dans le travail de M. Hérapath :

Borate neutre de plomb. On l'obtient : 1° en faisant digérer pendant douze heures avec de l'ammoniaque le précipité qu'on obtient en décomposant une dissolution de borax par la dissolution d'un sel de plomb ; 2° en décomposant incomplétement de l'acétate basique de plomb par du borax ; 3° encore en sursaturant d'ammoniaque une dissolution acide de sesquiborate de plomb.

Il se représente par la formule :



$$BO^3PbO + HO.$$

C'est une poudre blanche cristalline, presque insoluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, mais facilement soluble dans l'acide nitrique ou l'acide acétique faibles ; l'ammoniaque le sépare de nouveau de ces dissolutions. Les acides sulfurique et chlorhydrique le décomposent ; la potasse et la soude à chaud l'altèrent également. Entre 115 et 130°, il commence à perdre de l'eau ; de 230 à 260°, il devient anhydre sans changer de couleur ; à une température plus élevée encore, il fond et se transforme en un verre transparent de 5,598 de densité.

Sesquiborate de plomb. Ce sel se précipite quand on ajoute à une dissolution bouillante de nitrate de plomb un grand excès de borax. C'est une poudre blanche ayant les mêmes caractères que le borate neutre, mais possédant une composition différente.

M. Hérapath l'exprime par la formule :



$$3BO^3, 2PbO + 4HO.$$

Entre 180 et 200°, il perd 2 atomes d'eau.

Borate acide de plomb. Quand on introduit

le borate neutre ou le sesquiborate de plomb dans une dissolution concentrée d'acide borique, il se forme une poudre blanche amorphe qui constitue le borate acide.

Il renferme :



$$2BO^3, PbO + 4HO.$$

Nitroborate de plomb. En plaçant l'un des sels qui précèdent dans l'acide nitrique moyennement concentré, il se dissout et dépose, par une concentration convenable, des cristaux brillants qui deviennent opaques à + 120° en perdant de l'eau et un peu d'acide borique. A une température plus élevée, il se dégage des vapeurs rutilantes, et à une chaleur suffisamment intense, la masse se fond en un verre incolore et transparent.

M. Hérapath soupçonne dans ce composé la constitution suivante :

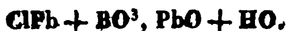


$$AzO^5, PbO + BO^3, PbO + HO.$$

Chloroborate de plomb. Lorsqu'on précipite une dissolution bouillante de borax par une dissolution concentrée de chlorure de plomb, il se précipite une poudre blanche qui, convenablement lavée, constitue le chloroborate de plomb.

Examiné au microscope, ce sel est formé d'aiguilles nacrées. L'eau froide ne l'altère pas ; l'eau bouillante le décompose en chlorure de plomb et borate de plomb ; l'acide nitrique sépare du chlorure de plomb qui cristallise facilement. Entre 150 et 180°, il perd 3,59 p. 100 d'eau, c'est-à-dire 1 atome, et devient anhydre.

Sa formule est :



$$ClPb + BO^3, PbO + HO.$$

74. *Mémoire sur la composition et les formes cristallines des nitrates de protoxide de mercure*; par M. Marignac (Ann. de chi. et de phys., t. XXVII, p. 315).

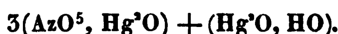
L'auteur décrit les sels qu'il a pu préparer par l'action de l'acide nitrique étendu de deux à trois fois son volume d'eau sur un excès de mercure métallique.

Nitrate mercureux neutre. Il s'obtient à la première cristallisation, sous forme de prismes rhomboïdaux obliques, efflorescents dans un air sec. L'analyse de ce sel confirme celle de M. Mitscherlich ; elle conduit à la formule :



$$AzO^5\,HgO^2,\ 2HO.$$

Nitrate mercureux $\frac{4}{3}$ basique. Ce sel se présente sous forme de cristaux incolores, brillants, dérivés d'un prisme rhomboïdal droit de 83°,5 aplati. M. Marignac le représente par la formule :



$$3(AzO^5,\ Hg^2O) + (Hg^2O,\ HO).$$

Nitrate mercureux $\frac{5}{3}$ basique. C'est le sel le plus facile à préparer ; on l'obtient en faisant bouillir pendant plusieurs heures sur du mercure en excès les eaux mères d'où se sont séparés les nitrates précédents, et remplaçant l'eau à mesure qu'elle s'évapore. Il cristallise par refroidissement. Il est incolore, inaltérable dans le vide sec et à 100°. Il contient :



$$3(AzO^5,\ Hg^2O) + 2(Hg^2O,\ HO).$$

Nitrate mercureux bibasique. M. Marignac soupçonne encore l'existence d'un nitrate bibasique qui serait de la formule :



$$(AzO^5,\ Hg^2O) + (Hg^2O,\ HO).$$

Et qui paraît être le résultat de la première action de l'eau sur le nitrate neutre de mercure. C'est une poudre légère d'un jaune de soufre très-pur. L'eau froide ne l'altère pas sensiblement; mais l'eau chaude le fait immédiatement passer au noir.

---

75. *Analyse de quelques composés formés d'or et d'argent;* par M. Levol (Ann. de ch. et de phys., t. XXVII, p. 310).

L'auteur conclut des analyses qu'il a faites d'un grand nombre d'échantillons d'or natif que l'or et l'argent se rencontrent à l'état naturel combinés en proportions telles qu'elles peuvent se traduire en formules atomiques, et que même certaines influences, comme par exemple celle du rochage, peuvent déterminer dans une masse d'argent aurifère en fusion la production de plusieurs combinaisons variées qui paraissent être en proportions atomiques.

---

76. *Recherches chimiques sur l'or;* par M. Frémy (Comptes rendus, t. XXXI, p. 893).

M. Frémy fait connaître dans ce mémoire le résultat de ses recherches sur l'acide aurique, les aurates et l'action qu'exerce l'aurate de potasse sur le sulfite de potasse.

Acide aurique. On prépare l'acide aurique en faisant bouillir le perchlorure d'or avec de la potasse en excès; quand la liqueur s'est en partie décolorée, on précipite l'acide aurique par de l'acide sulfurique; pour le purifier on le fait dissou-

dre dans l'acide azotique concentré; on précipite par l'eau et on lave jusqu'à ce qu'il ne reste plus trace d'acide azotique.

Ainsi obtenu, l'acide aurique est insoluble dans les oxacides et même dans l'acide fluorhydrique; il se dissout au contraire dans les acides chlorhydrique et bromhydrique. Il se combine immédiatement à la potasse et à la soude; ces dissolutions, évaporées dans le vide, laissent déposer des aurates de potasse et de soude cristallisés.

Aurate de potasse. Ce sel cristallise en petites houppes soyeuses; il est très-soluble dans l'eau qu'il colore en jaune et à laquelle il communique une réaction alcaline; au-dessous du rouge il se décompose, donne de l'or métallique, du peroxyde de potassium et de l'oxygène.

L'aurate de potasse a pour formule :



$$KO\,Au^2O^3,\ 6HO.$$

On peut avec l'aurate de potasse précipiter par double échange des aurates insolubles, dont quelques-uns se redissolvent dans un excès du précipitant.

Aurosulfite de potasse. Quand on verse du sulfite de potasse dans de l'aurate de potasse, il se précipite aussitôt un sel jaune qui cristallise en longues aiguilles satinées, dans lequel les propriétés de l'acide aurique sont complétement dissimulées, et que M. Frémy rapproche des sels sulfazotés, découverts par lui-même.

L'aurosulfite de potasse ne peut être conservé qu'à l'état sec ou dans des liqueurs alcalines; l'eau le décompose avec dégagement d'acide sulfureux et précipitation d'or métallique; les acides le détruisent immédiatement. Les dissolutions

d'aurosulfite de potasse donnent sous l'influence de la chaleur un dépôt d'or métallique très-brillant et adhérent.

---

77. *Observations sur l'or sulfuré et détermination du poids atomique de l'or par une nouvelle méthode*; par M. Levol (Ann. de ch. et de phys., t. XXX, p. 355).

M. Levol a cherché à déterminer la nature des précipités qu'on obtient quand on traite, soit à chaud, soit à froid, une dissolution de chlorure d'or, par un courant d'acide sulfhydrique. Il arrive à des résultats tout différents de ceux admis jusqu'à ce jour.

Quand on opère avec une dissolution bouillante de chlorure d'or étendu d'eau, on n'obtient qu'un dépôt d'or métallique. Il ne se forme pas de protosulfure d'or Au^2S.

Quand on opère à la température ordinaire on n'obtient pas non plus le sesquisulfure d'or Au^2S^3, comme les traités de chimie l'indiquent. Le précipité noir qui se forme dans ces conditions a pour formule Au^2S^2.

M. Levol indique la méthode suivante qui lui a permis de déterminer le poids atomique de l'or avec une grande précision.

On convertit en chlorure dans un petit matras, une certaine quantité d'or pur, pesée à des balances d'essayeur; on le décompose par de l'acide sulfureux lavé, et on pèse, à l'état de sulfate de baryte, l'acide sulfurique formé pendant la réaction.

Ce procédé a conduit au nombre 1227,01.

M. Berzélius en analysant le chlorure double d'or et de potassium, avait trouvé 1229,41.

78. *Recherches sur les combinaisons ammoniacales du platine*; par M. Ch. Gerhardt (Comptes rendus, t. XXXI, p. 241).

Si l'on fait réagir du chlore sur l'un des chlorures de M. Reiset, on obtient, suivant M. Gerhardt, un nouveau chlorure qui constitue des octaèdres d'un jaune citronné; ce chlorure présente avec d'autres sels des décompositions par double échange, et ne dégage pas d'ammoniaque par la potasse bouillante. Traité par le nitrate d'argent, on obtient du chlorure d'argent et un nitrate à base de platine et d'ammoniaque dans lequel l'ammoniaque est tout autant masquée que dans les sels de M. Reiset. Ce nitrate donne par double décomposition d'autres sels semblables.

M. Gerhardt a pu obtenir, à l'état libre et cristallisé, le composé basique qui forme la nouvelle série de ces sels et la combiner avec plusieurs acides différents.

---

79. *Sur un nouvel emploi du platine dans la peinture sur porcelaine*; par M. Salvétat (Ann. de chim. et de phys., t. XXV, p. 342).

L'auteur propose d'ajouter à la palette du peintre sur porcelaine un gris nouveau, fait avec 1 partie de poudre de platine et 3 parties de fondant composé de sable 1, mine orange 3, et borax $\frac{1}{2}$.

Cette couleur, possédant une fixité plus grande que les gris et noirs habituellement employés, pourra devenir utile pour les peintures délicates et précieuses, malgré son prix assez élevé.

---

80. *Sur le traitement du minerai de platine*; par M. Hess (Institut, n° 800, p. 144).

M. Hess fait fondre le minerai de platine avec deux ou trois fois son poids de zinc : on obtient ainsi un alliage homogène et très-fragile, que l'on pile et que l'on passe au tamis. On traite cet alliage par l'acide sulfurique étendu qu'on renouvelle de temps en temps, puis on chauffe avec de l'acide sulfurique à 6 équivalents d'eau ; on lave à grande eau ; l'acide sulfurique enlève le zinc et la majeure partie du fer. La dissolution obtenue n'est pas troublée par l'hydrogène sulfuré ; le résidu, très-divisé, est traité par l'acide nitrique, qui dissout du fer, du cuivre, du plomb et souvent du palladium. Le plomb provient du zinc employé ; le reste étant débarrassé en grande partie des métaux étrangers, se dissout avec facilité dans l'eau régale en raison de sa grande ténuité. On économise ainsi une grande quantité d'eau régale, dont il faut employer 8 à 10 p. pour 1 de minerai dans le procédé ordinaire. Il est bon d'observer que si l'eau régale contient un grand excès d'acide chlorhydrique, il se dissout beaucoup d'osmiure d'iridium. Il faut donc éviter un excès de cet acide.

---

81. *Matériaux pour servir à la chimie des métaux du platine*; par M. C. Clauss (Institut, n° 813, p. 244).

En étudiant le résidu du traitement du platine, l'auteur a eu l'occasion d'observer plusieurs réactions nouvelles des métaux du platine et de leurs combinaisons. En voici un aperçu :

Action du chlorure d'iridium et du nitrate d'argent. Lorsqu'on met en contact du bichlorure d'iridium et du nitrate d'argent, on obtient, suivant M. Clauss, un sesquichlorure argento-iridique, insoluble dans l'eau et dans les acides, et difficilement soluble dans l'ammoniaque, au sein de laquelle on peut toutefois l'obtenir cristallisé sous la forme de rhomboèdres brillants. M. Clauss en a fait l'analyse, et il le représente par la formule :



$$3AgCl + Ir^2Cl^3.$$

Action de l'acide sulfureux et du sulfite de potasse sur le chloride et les combinaisons doubles de quelques-uns des métaux du platine. L'acide sulfureux réduit les chlorides élevés des métaux du platine en degrés moins élevés de chloruration, le chloride de platine en chlorure, le chloride d'iridium en sesquichlorure, etc.

Avec les sels doubles de ces chlorides, le sulfite de potasse donne une série de combinaisons d'une composition particulière qui renferment de l'acide sulfureux, et qui jouissent de propriétés toutes spéciales.

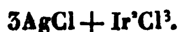
Iridium. Quand on verse sur du chloride potasso-iridique en poudre fine 8 parties d'eau, et quand on fait passer à travers le liquide de l'acide sulfureux, il se produit une coloration vert olive, et tout se dissout : le chloride est transformé en sesquichlorure avec formation d'acides chlorhydrique et sulfurique. Le sel ainsi formé a pour formule :



$$3KCl + Ir^2Cl^3 + 6HO.$$

Il est opaque et cristallisé, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'eau ; il possède la saveur amère du chloride d'iridium, mais il est plus stable. Les

alcalis ne le décomposent qu'avec difficulté; l'eau régale le transforme aisément en chlorure, et le nitrate d'argent y précipite immédiatement sans réaction bleue le sel double

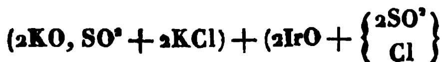


$$3AgCl + Ir^2Cl^3.$$

La solution du chloride potasso-iridique, réduit par l'acide sulfureux, et où la majeure partie du sesquichlorure peut être précipitée par le carbonate de potasse, conserve, à la température ordinaire, sa couleur vert olive, mais quand on la chauffe, la dissolution devient rouge d'abord, puis jaune. La liqueur renferme alors plusieurs combinaisons à compositions particulières, qu'on peut séparer à l'aide d'évaporations ménagées. Toutes renferment de l'acide sulfureux, de la potasse, du chlore et du protoxyde d'iridium; elles sont peu solubles dans l'eau, presque insipides, dégagent de l'acide sulfureux quand on les chauffe et ne se décomposent que difficilement par la calcination; les alcalis ne les attaquent que difficilement. L'eau régale même ne les oxyde qu'avec lenteur, et avant de se transformer en chloride d'iridium, elles prennent une couleur rouge cerise foncée.

M. Clauss a pu séparer trois composés qui ont une composition différente :

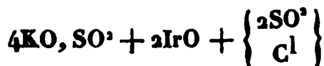
1° Un sel rose, qui est représenté par la formule :



$$(2KO, SO^2 + 2KCl) + \left(2IrO + \begin{Bmatrix} 2SO^2 \\ Cl \end{Bmatrix}\right.$$

Il cristallise.

2° Un sel jaune ayant la consistance de la térébenthine de Venise. Il le représente par



$$4KO, SO^2 + 2IrO + \begin{Bmatrix} 2SO^2 \\ Cl \end{Bmatrix}$$

3[e] Un sel blanc pulvérulent, auquel il assigne la formule :



$$3KO\,SO^2 + IrO^2, SO^2 + 5HO.$$

Osmium. Le chloride potasso-osmique n'éprouve, à la température ordinaire, aucune modification de la part de l'acide sulfureux ; mais à chaud, le sulfite de potasse donne lieu à une décomposition partielle qui produit un précipité pulvérulent de sulfite double d'osmium et de potasse.



$$3KO.\,SO^2 + OsO^2, SO^2 + 5HO.$$

L'acide chlorhydrique transforme ce sel en un autre, qui a pour formule :



$$3KCl + OsO^2, SO^2.$$

Platine. Le chloride potasso-platinique se transforme par l'ébullition avec le sulfite de potasse en une substance blanche qui correspond à la formule :



$$3KO.\,SO^2 + PtO^2, SO^2 + 2\tfrac{1}{2}\,HO.$$

Avec l'acide chlorhydrique, ce sel perd tout son acide sulfureux et se transforme en chloride potasso-platinique.

Ruthénium. L'acide sulfureux a peu d'action à la température ordinaire sur le sesquichlorure potasso-ruthénique ; mais en solution, ce sel, traité par le sulfite de potasse, prend une couleur plus rouge, et il se sépare de la liqueur un précipité isabelle pulvérulent que des dissolutions et des cristallisations répétées permettent d'obtenir blanc, et auquel M. Clauss croit pouvoir assigner une composition semblable à celle des sels qui précèdent.

NOTE

Sur une cause de rupture de certains appareils à vapeur;

Par M. MEUGY, ingénieur des mines.

On emploie dans l'industrie des appareils de forme variée dans lesquels on fait circuler la vapeur pour produire différents effets. Nous citerons notamment les chaudières en cuivre à double fond dont on fait usage dans les fabriques de sucre, les cylindres destinés au séchage des étoffes, les retours d'eau, les réservoirs de vapeur, etc. Ces appareils, quoique n'étant pas soumis aux mêmes causes de détérioration que les chaudières qui sont exposées à l'action de la flamme et des gaz chauds émanant d'un foyer, n'exigent pas moins qu'on prenne à leur égard certaines précautions pour éviter les accidents. En effet, la plupart d'entre eux sont clos, ou susceptibles d'être fermés à volonté par l'ouvrier qui les dirige et de communiquer pendant un temps plus ou moins long avec les chaudières qui produisent la vapeur. Ils doivent donc être, suivant les cas, soumis à l'épreuve au moyen d'une pompe de pression comme ces dernières, ou porter des soupapes chargées d'un poids déterminé. Il convient aussi quelquefois de renforcer par des armatures les fonds plats dont ils sont souvent munis. Toutefois ces mesures fort sages n'ont d'autre but que de disposer les appareils de manière à leur permettre de résister à une tension égale ou inférieure à celle indiquée par le timbre du générateur. Mais elles seraient impuis-

santes pour prévenir leur rupture si la cause qui tend à les détruire venait à agir non pas d'une manière égale et continue, mais en quelque sorte instantanément comme un ressort qui se débanderait tout à coup. Il est arrivé dans plusieurs établissements à vapeur du département du Nord des accidents assez nombreux qui n'ont pu être attribués ni à une pression excessive de vapeur ni à un vice de construction. Il ne se passe peut-être pas une année sans que les fabriques de sucre soient le théâtre d'événements de ce genre, et si ces événements n'ont pas plus de retentissement et restent souvent même inconnus, c'est qu'habituellement ils n'ont pas de suites fâcheuses ou qu'ils n'entraînent que des blessures légères. Mais on aurait grand tort de croire qu'il soient toujours sans gravité. Il y a quelques années, dans une papeterie du département de Seine-et-Marne, un ouvrier a été tué et un autre grièvement blessé par l'explosion d'un cylindre sécheur. Un semblable accident a eu lieu aussi dans une fabrique de tissus du département de la Seine. D'ailleurs, les industriels sont grandement intéressés à prendre les mesures propres à empêcher tous dérangements dans leurs appareils, ces dérangements occasionnant toujours des chômages ou des pertes de temps très-préjudiciables. Avant d'aller plus loin, je crois utile de faire connaître sommairement les appareils à vapeur autres que les générateurs et les machines, le plus communément usités dans le Nord :

1° Les cylindres sécheurs (*Pl. V*, *fig.* 5), employés dans les teintureries et dans les fabriques d'indiennes sont ordinairement en cuivre et fermés par des fonds plats en fonte; ils portent quelquefois une petite soupape atmosphérique

s'ouvrant de dehors en dedans et destinée à prévenir leur écrasement dans la cas où le vide viendrait à se former par suite de la condensation de la vapeur. Celle-ci arrive dans les cylindres par un tuyau adapté à une de leurs bases et s'échappe par un autre tuyau fixé sur la base opposée. Ces tuyaux sont munis de robinets qui sont à la disposition de l'ouvrier chargé de régler l'entrée et la sortie de la vapeur. Il peut donc arriver que ces sortes de cylindres renferment de la vapeur à une tension égale à celle des chaudières, si l'on vient à fermer le robinet d'échappement, à moins cependant qu'une soupape placée sur le trajet du générateur aux cylindres ne limite la pression qui peut se produire dans leur intérieur.

2° Les retours d'eau (*fig.* 6) sont destinés à l'alimentation des générateurs dans les teintureries, les distilleries et dans beaucoup d'industries où l'on doit alimenter sans moteur une chaudière renfermant de la vapeur à une certaine pression. Ils servent aussi à recueillir l'eau provenant de la vapeur condensée qui a été utilisée pour un chauffage quelconque et à la faire rentrer dans le générateur. La construction de ces cylindres est la même que celle des chaudières à vapeur. Ils communiquent avec celles-ci par deux tuyaux dont l'un va de leur partie supérieure au réservoir de vapeur et l'autre plongeant jusqu'au fond du générateur est fixé par l'autre extrémité à leur partie inférieure. Il suffit donc pour alimenter, d'ouvrir les robinets adaptés à ces tuyaux, et l'eau renfermée dans le cylindre étant alors également pressée par la vapeur en dessus et en dessous, s'écoule librement en vertu de son propre poids. On voit que les retours d'eau ne sont mis en communication avec les chaudières que temporairement

et seulement lorsqu'il est besoin d'alimenter; mais pendant la durée de cette opération, quelque courte qu'elle soit, le cylindre renferme de la vapeur à une tension égale à celle du générateur.

3° Les chaudières en cuivre à double fond établies principalement dans les fabriques de sucre indigène ont remplacé les chaudières à serpentins qui ont à la vérité l'avantage de présenter une plus grande surface de chauffe, mais dont le nettoyage est aussi très-difficile. Il en existe deux espèces, suivant que les fonds sont bombés du même côté ou en sens contraire. Les premières, auxquelles on donne le nom de *chaudières à coupole*, sont les plus dangereuses parce que leur surface supérieure est pressée par la vapeur sur sa convexité, et que dès que cette surface a subi la plus légère déformation, sa résistance est sinon détruite, au moins considérablement diminuée. Cet inconvénient n'existe pas dans les *chaudières à lentille* dont les deux fonds présentent leur concavité à l'action de la vapeur. Cependant les chaudières à coupole sont encore très-répandues et souvent même préférées aux autres parce que leur capacité augmente avec leur surface de chauffe, tandis que c'est le contraire dans les chaudières à lentille. Ces deux systèmes sont représentés en coupe (*fig.* 7). Le fond inférieur est en fonte de 30 millimètres et se trouve relié avec le fond supérieur qui est en cuivre, par un fort boulon à vis. L'épaisseur du cuivre est aujourd'hui plus forte que celle qu'on lui donnait il y a quelques années, et des fabricants ont reconnu la nécessité de porter cette épaisseur à 10 millimètres. Trois tuyaux sont adaptés au double fond : celui de prise de vapeur, celui d'échappement ou de retour d'eau, et un troisième petit tuyau qui débouche à l'extérieur

et qui est muni d'un robinet connu sous le nom de robinet d'air. Cela posé, la manœuvre consiste à ouvrir d'abord le robinet d'air, puis successivement le robinet d'admission et celui de retour, enfin à fermer le petit robinet d'air, lequel remédie au vide plus ou moins complet qui peut exister dans le double fond au moment de l'introduction de la vapeur. Ainsi l'eau qui se condense successivement dans le double fond étant soumise à une égale pression par-dessus et par-dessous, descend dans la chaudière par le tuyau de retour. On voit que ces sortes de chaudières peuvent, comme les appareils précédents, renfermer de la vapeur à la même tension que celle qui existe dans le générateur, et que par suite elles doivent être construites assez solidement pour pouvoir supporter sans fatigue la pression maximum limitée par le timbre.

Supposons maintenant que les appareils dont il s'agit cessent de fonctionner pendant un certain temps et qu'on les fasse communiquer de nouveau avec le générateur. C'est ordinairement à cet instant, c'est-à-dire au commencement de l'opération, que la plupart des accidents se produisent. Des chaudières à double fond se sont déchirées quelquefois parce que l'ouvrier avait omis d'ouvrir préalablement le robinet d'air; mais il est arrivé aussi qu'elles se sont rompues ou déformées quelques moments après la mise en train et sans qu'il y ait eu d'imprudence commise. La cause de ces accidents est facile à trouver. Les robinets de vapeur sont manœuvrés au moyen de clefs qui forment levier. Souvent ces robinets sont fortement serrés pour éviter les fuites, et il n'est pas rare de voir les ouvriers employer toute leur force pour les ouvrir; mais dès que l'adhérence est vaincue, le robinet cède brusquement, la vapeur se

précipite avec force et produit, par un accroissement immédiat de tension dans l'appareil, des effets analogues à ceux qui résulteraient d'un choc et qui ne peuvent être amortis que par le frottement contre les tuyaux. Ces effets doivent être d'autant plus sensibles que la pression dans le générateur diffère plus de celle qui existe dans l'appareil où doit circuler la vapeur, et par conséquent ils seront maximum si la vapeur pénètre dans un espace où la condensation a donné lieu à un vide plus ou moins parfait. Quoi qu'il en soit, il se produira un véritable *marteau de vapeur* si l'on ouvre subitement le robinet qui met le générateur en communication avec l'appareil qu'on se propose de chauffer. Et si l'action produite par le changement brusque de tension n'occasionne pas immédiatement la rupture ou une déformation quelconque des surfaces pressées par la vapeur, il est incontestable que la résistance du métal dont ces surfaces sont formées pourra être à la longue gravement compromise.

On a essayé, pour substituer à cette brusque mise en charge une action graduelle, de munir les robinets d'introduction d'un petit engrenage qui permet de les ouvrir avec lenteur et aussi de les manœvrer plus facilement qu'au moyen de clefs. Ce système, fort simple d'ailleurs (*fig.* 8), a été mis en usage d'après mes conseils dans la raffinerie de sucre de MM. Bernard frères, à Lille, et une expérience de près de deux ans paraît avoir démontré son efficacité. Les résultats satisfaisants qu'on en a obtenus, et qui se résument dans une plus longue durée des appareils et dans l'absence d'accidents, donnent lieu de penser qu'il sera appliqué utilement dans d'autres établissements.

NOTE

Sur l'emploi du coke dans les locomotives, et sur les expériences faites en Autriche dans le but de substituer au bois les houilles et les lignites de Bohême pour le service des chemins de fer.

Par M. COUCHE.

L'emploi presque exclusif du coke dans les locomotives impose à l'exploitation des chemins de fer une très-lourde charge dont elle a quelquefois cherché à s'affranchir. La houille crue a été l'objet de quelques essais sur les chemins d'Alsace et principalement en Belgique, mais les résultats de ces expériences qui remontent déjà à plusieurs années, ont été également défavorables. L'abondance de la fumée a suffi, même avec les houilles anthraciteuses expérimentées en Belgique, pour les faire regarder comme complétement inadmissibles dans le service des voyageurs : et si on pouvait, à la rigueur, passer sur cet inconvénient pour les trains de marchandises, la rapide obstruction des tubes, le défaut d'activité de la vaporisation, l'assujettissement de l'entretien, l'opposition des mécaniciens et des chauffeurs, ont paru, dans un cas comme dans l'autre, des obstacles sinon absolus, au moins d'une extrême gravité. Ils semblent aujourd'hui s'être aggravés encore, à certains égards, par suite de l'accroissement successif du parcours quotidien

imposé aux machines, accroissement si avantageux d'ailleurs, et qui permet de réduire proportionnellement le capital engagé dans le matériel de traction.

Ces tentatives ont eu cependant trop peu de suite pour trancher la question : elle n'a été qu'ajournée. Absorbés par des soins impérieux, les hommes spéciaux ne pouvaient guère, à l'origine des chemins de fer, se livrer à des recherches longues et minutieuses, et toujours difficiles à concilier avec un service qui, par sa nature, se prête peu aux expériences, aux exceptions. Aussi, sauf quelques petits chemins de service, l'usage du coke est-il général en Angleterre, en France, en Belgique; la houille a été cependant adoptée, dès l'année 1847, sur un chemin à voyageurs, celui d'Anvers à Gand, construit par M. de Ridder. Mais l'examen des particularités que présente le matériel de cette ligne concédée à une compagnie était rigoureusement interdit aux ingénieurs, accueillis avec tant de libéralité sur les chemins de l'État belge (1).

(1) Un mécanicien attaché à l'atelier central de Malines a soumis, il y a quelques années, à la *Commission des procédés nouveaux* instituée en Belgique, le projet d'une locomotive destinée à brûler de la houille; l'auteur s'était proposé, de plus, de dessécher la vapeur. La disposition essentielle introduite en vue de l'emploi de la houille consistait dans l'addition d'un gros tube intérieur, de $0^{m},30$ de diamètre (*Pl. V, fig.* 1), sur les parois duquel les matières charbonneuses devaient se déposer : ainsi épurés, pour ainsi dire, les gaz s'engageaient par un retour de flamme dans le système tubulaire proprement dit. Quant à l'asséchement de la vapeur, on comptait, pour le réaliser, sur une seconde série de tubes plongés dans la vapeur et traversés par les gaz chauds appelés, comme à l'ordinaire, vers la cheminée placée à

Affranchis des difficultés de l'organisation, les ingénieurs chargés de l'exploitation des chemins de fer peuvent aujourd'hui se préoccuper plus librement des questions purement économiques. Sans doute il faut, avant tout et à tout prix, assurer la régularité du service, intimement liée à la régularité et à l'activité de la vaporisation; sans doute, aussi, une économie réalisée sur le combustible serait désastreuse si elle aboutissait à une aggravation des frais d'entretien et de renouvellement des machines; mais rien ne prouve encore qu'il soit impossible de concilier ces deux points: économie et régularité. Il est probable au contraire qu'un choix et peut-être un mélange convenables des houilles, combinés avec le lavage, avec une disposition mieux étudiée de la grille, avec

---

l'avant de la machine. Les espaces occupés respectivement dans toutes les locomotives par le foyer et par la boîte à fumée, étaient ainsi divisés en deux compartiments; le compartiment supérieur de l'un et l'inférieur de l'autre complétaient, avec les tubes, la surface de chauffe indirecte.

Le résultat de ces dispositions qui compliquaient outre mesure la construction de la chaudière et le trajet des gaz, était au moins douteux : elles sont, du reste, calquées en partie sur un modèle bien connu et assez usité en Amérique pour les bateaux à vapeur; l'efficacité du mode proposé pour l'asséchement serait très-faible, si ce n'est tout à fait nulle. Son résultat le plus clair serait de réduire l'espace occupé par la vapeur, et il est en cela directement contraire au but.

Malgré l'avis favorable de la commission, qui avait conclu en faveur d'un essai, le projet dont il s'agit n'a pas reçu d'exécution. Il y a cependant quelque intérêt à le rappeler, ne serait-ce que pour empêcher une idée abandonnée d'être reproduite, ainsi qu'il arrive souvent, comme une invention nouvelle.

un mode approprié de conduite du feu, feront disparaître ou atténueront les inconvénients qu'on a constatés, mais contre lesquels on n'a pas lutté sérieusement. On conçoit que la carbonisation préalable puisse être souvent indispensable dans les opérations métallurgiques, mais il est difficile d'admettre qu'il en soit de même quand il ne s'agit, en définitive, que de produire de la vapeur.

La question, d'ailleurs, ne se réduit pas toujours à celle d'un mode d'emploi plus économique de la houille. Pour plusieurs variétés de combustibles minéraux, la conversion en coke est inadmissible, soit par suite de l'état et des propriétés du coke, soit par suite de la faiblesse du rendement, soit par les deux causes réunies. Il faut alors, ou brûler les charbons crus, ou renoncer à leur emploi.

C'est dans ces termes absolus que la question s'est présentée récemment en Autriche. Le chemin de fer du Nord traverse la Bohême, contrée dans laquelle les combustibles minéraux sont accumulés sous toutes les formes, mais presque tous impropres à la fabrication du coke (1). Le chemin de fer devait-il, en présence de l'appauvrissement continuel des forêts, renoncer à utiliser les richesses souterraines que lui offre cette région si richement dotée? Les mines elles-mêmes devaient-elles voir cet important débouché fermé à leurs produits?

Tel est le problème dont le gouvernement autrichien a confié l'étude à une commission com-

(1) Voyez la notice de M. Michel Chevalier sur *les richesses de la Bohême en combustibles fossiles* (Annales des mines, 4e série, t. I, p. 575).

posée de MM. Neumann, Tebich et Balling. Des essais préliminaires, exécutés en 1849 sous la direction de M. Tebich, ingénieur en chef du chemin, avaient été l'objet d'un premier rapport qui ne paraît pas avoir été imprimé. Les expériences faites par la commission, dans le courant des mois de mai, juin, juillet et août 1850, avaient donc pour objet de vérifier et de compléter les résultats constatés ou entrevus par M. Tebich, et de préciser plus nettement les conditions de la substitution des charbons crus au bois exclusivement en usage jusque-là sur le chemin du Nord.

Le rapport présenté par la commission (1) n'offre pas seulement un intérêt local : il peut être un point de départ et un encouragement pour des recherches analogues, et il mérite à ce titre, malgré ses nombreuses lacunes, d'être reproduit en partie.

La commission a soumis à l'expérience les houilles et les lignites provenant des nombreux gîtes situés à proximité du chemin de fer. La manière dont se comportent les diverses variétés de combustibles, les conditions spéciales de leur emploi, ont été observées sur une machine appartenant à chacune des quatre catégories *de puissance* que comprend le matériel des chemins de l'État (2).

---

(1) Gutachten der commission zur erfoschung über die brauchbarkeit der mineralischen in Böhmen vorfindigen kohlengattungen zur locomotivheizung. Wien. 1850.

(2) Les locomotives affectées au service spécial de la section de Gloggnitz à Murzzuschlag (passage du Sœmmering) formeront une catégorie à part. Elles devront, aux termes du programme publié par le gouvernement autrichien, remorquer 146 tonnes à la vitesse de 11k,40, sur des rampes de 0,025, combinées avec des courbes de 284 mètres de rayon.

Ces machines ont toutes le châssis américain, imposé par la petitesse des courbes admises dans le tracé. Les unes sont à roues indépendantes, les autres à quatre roues couplées, et par suite supportées par quatre essieux.

Quoique destinées à marcher au bois, ces machines ne présentent, sauf la suppression des viroles, rien de particulier dans la disposition des chaudières. Les constructeurs appliquent indifféremment les mêmes proportions, sans tenir compte de la nature du combustible, bois ou coke (1).

M. Tebich avait déjà constaté, en 1849, l'influence qu'exerce sur l'activité de la vaporisation et sur l'effet utile du combustible, le rapport entre la section vide et la section totale de la grille. L'importance de cet élément a été bientôt confirmée par les expériences de la commission, et ce point a été de sa part l'objet d'un examen attentif. Elle s'attachait à déterminer par tâtonnement le rapport qui satisfaisait le mieux à l'ensemble des conditions : activité de la combustion, économie de charbon, suppression de la fumée,

(1) Voici, par exemple, les proportions admises d'une part pour les machines livrées au chemin du Nord autrichien par M. Meyer, et de l'autre pour les machines à voyageurs du chemin du Nord français, construites par M. Cail :

MACHINES.	SECTION de foyer.	NOMBRE des tubes	LONGUEUR des tubes.	DIAMÈTRE intérieur des tubes.	SURFACE de chauffe totale.
	m.q.		m.	m.	m.q.
Meyer.	0,881	115	3,80	0,048	77,22
Derosme et Cail.	0,845	125	3,80	0,045	71,51

facilité de la conduite du feu, etc. On faisait varier ce rapport, soit en modifiant la largeur et l'écartement des barreaux, soit en plaçant vers le périmètre de la grille, des plaques de tôle qui masquaient complétement une zone plus ou moins large (*fig* 2). Les consommations d'eau et de charbon, soit en marche, soit pendant les stationnements, étaient mesurées avec soin, et fournissaient ainsi, dans des circonstances identiques d'ailleurs, l'élément le plus direct de comparaison, soit entre les diverses variétés de combustibles, soit entre les diverses dispositions appliquées à une même variété.

Les expériences ont été faites, en mai, sur la la section de Prague à Lobositz; en juin, juillet, et août, sur la section de Prague à Pardubitz.

1° *Machine Moldau.*

Cette machine, à roues motrices de $1^{m},264$ de diamètre, remorque sur niveau 388 tonnes à la vitesse de $22^{kil.},96$ à l'heure, ce qui la range dans la catégorie 2. Suivant le type généralement adopté sur les chemins allemands, la boîte à feu est cylindrique et surmontée d'un dôme hémisphérique. La section du foyer est : $0^{m2},881$. Les tubes, au nombre de 115, ont $0^{m},048$ de diamètre intérieur et $3^{m},80$ de longueur. La surface de chauffe directe est : $5^{m2},52$, celle des tubes, $71^{m2},70$. Livrée en 1845, par Meyer, de Mulhouse, cette machine était depuis cinq ans en service.

Elle a parcouru, en expériences, 1.575 kilomètres, savoir :

900 chauffée avec des houilles de Bustěhrad (bassin de Rakonitz, Bohême occidentale), de Radnic (bas-

sin de ce nom, au sud du précédent), et de Kladno (Bohême orientale) (1);

152 chauffée avec du lignite de Bilin (au sud de l'Erz Gebirge) (2);

445 chauffée avec du coke de Nachod;

99 chauffée avec du bois (pin et sapin.)

Voici les principaux résultats numériques de cette série d'expériences :

(1) D'après les analyses de M. Balling, cité par M. Chevalier, la houille de Bustĕhrad donne, en petit, 80 p. 100 de coke, et 7,6 p. 100 de cendres; celle de Nachod donne 78,8 p. 100 de coke, dont 20,3 p. 100 de cendres. La houille de Radnic est la plus pure, très-convenable pour la grille, mais impropre comme les autres, celle de Nachod exceptée, à la fabrication du coke; elle perd 40 p. 100 à la distillation.

(2) Ce lignite, qui présente l'aspect de la houille, s'en distingue par la couleur caractéristique de sa poussière; il se boursoufle au feu. M. Chevalier cite seulement un essai du lignite d'Ellbogen, qui a donné à M. Balling 57,18 p. 100 d'une espèce de coke boursouflé.

DÉSIGNATION du combustible.	SURFACE totale de la grille.	DISTANCE de la grille aux tubes inférieurs.	SURFACE non masquée.	SURFACE libre pour l'air.	RAPPORT de la surface libre à la surface totale.	VAPORISATION BRUTE par kilog. de charbon		PROPORTION de charbon entraîné dans la boîte à fumée.	OBSERVATIONS.
						Consommé.	Brûlé.		
	m. q.	mèt.	m. q.	m. q.	m. q.	kil.	kil.		
Houille de Bustehrad	0,881	0,424	0,2117	0,1069	1/8,24	7,90	9,86	19,860/0	
	Id.	Id.	0,3018	0,1189	1/7,40	6,16	6,95	11,43	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	6,16	6,83	9,76	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	7,44	8,41	11,50	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	8,33	9,08	7,80	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	5,86	6,93	15,38	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	7,65	8,63	10,33	
	Id.	Id.	0,4557	0,0999	1/8,82	5,26	6,37	17,46	
	Id.	Id.	Id.	0,1549	1/5,68	7,58	9,27	10,71	
Houille de Radnic.	Id.	Id.	Id.	0,0999	1/8,82	5,42	6,88	21,28	
Houille de Kladno.	Id.	0,48	0,6155	0,1279	1/6,88	6,77	8,20	17,76	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	6,54	8,40	22,20	
Lignite de Bilin. .	Id.	Id.	0,881	0,1479	1/5,95	3,68	4,31	14,60	Grille entièrement démasquée.
	Id.	Id.	Id.	0,1699	1/5,18	5,06	5,69	11,12	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,94	5,90	16,33	
Coke de Nachod. .	Id.	Id.	Id.	Id.	1/5,18	7,10	8,01	10,70	Id.
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	7,22	8,52	4,33	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	7,21	8,53	4,18	
	Id.	Id.	Id.	0,2818	1/3,12	7,12	8,64	7,22	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	7,18	8,57	8,95	
Bois.	Id.	Id.	Id.	0,3997	1/2,20	4,02	4,02	0,00	Id.

La consommation kilométrique n'a de signification que quand on la rapproche du poids du train, de la vitesse, et du profil du chemin. La vitesse, peu variable, a été en moyenne de 28 kil.; mais le poids des trains remorqués a varié dans des limites très-larges (de 21 à 316 tonnes), et le profil du chemin n'étant pas indiqué, le chiffre de la consommation par kilomètre serait sans intérêt.

On a employé successivement des barreaux de $0^m,040$, $0^m,055$ et $0^m,066$, avec des intervalles de $0^m,020$, — $0^m,013$, — $0^m,019$ et 0,021. La surface libre pour le passage de l'air était, comme on l'a dit, réduite aux chiffres indiqués dans la 5ᵉ colonne, au moyen de feuilles de tôle de largeur convenable.

Parmi les diverses dispositions expérimentées, celle que les commissaires regardent, d'après l'ensemble de leurs observations réunies à celles de M. Tebich, comme la mieux appropriée à l'emploi de la houille, est celle qui a été appliquée à la houille de Kladno : la grille était formée de bouts de rails mis au rebut, de $0^m,066$ de largeur, et espacés de $0^m,021$. Des feuilles de tôle réduisaient la surface libre pour l'air à 1/6,88 de la surface totale.

Les charbons employés dans cette première série d'expériences ne représentaient pas les conditions faciles à réaliser en service régulier ; la houille de Bustěhrad contenait beaucoup de schistes : le lignite de Bilin, exposé à l'air dans la cour de la station de Lobositz, était fort humide et notablement altéré. Le coke lui-même était d'une impureté exceptionnelle.

L'appareil de Klein (contre l'entraînement des

étincelles), conservé pour la houille et le lignite, avait été, suivant l'usage, remplacé pour le coke par un simple réseau métallique placé dans la boîte à fumée.

2° *Machine Silésie :*

A 4 roues couplées : remorque sur niveau 448 tonnes, à la vitesse de 22 kilom. 76 (catégorie 3).

Cette machine, livrée tout récemment par les ateliers de Neustadt (à Vienne), était entièrement neuve; elle a parcouru 1.404 kilom., savoir :

200 en brûlant du lignite de Zäles;
574 *id.* *id.* de Bilin;
347 *id.* *id.* de Schönfeld;
138 en brûlant un mélange de houille de Kladno et de lignite de Schönfeld, dans le rapport de 1 : 1,36, puis de 1 : 2,05;
145 en brûlant du bois.

DÉSIGNATION du combustible.	SURFACE totale de la grille.	DISTANCE de la grille aux tubes inférieurs.	SURFACE non masquée.	SURFACE libre pour l'air.	RAPPORT de la surface libre à la surface totale.	VAPORISATION BRUTE par kilog. de charbon		PROPORTION de charbon entraîné.	OBSERVATIONS.
						Consommé.	Brûlé.		
	m. q.	mèt.	m. q.	m. q.		kilog.	kilog.		
Lignite de Zàles	1,0422	0,424	0,4916	0,1749	1/5,95	5,25	5,50	4,65 0/0	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,48	4,95	8.75	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,74	5,25	9,46	
Lignite de Bilin.	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,56	3,97	10,29	(a)
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,97	4,46	10,90	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,43	5,29	16,31	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,88	4,45	12,90	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,91	4,64	15,70	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,27	4,82	11,45	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,21	4,54	5,53	(b)
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	5,43	6,04	10,23	
	Id.	Id.	»	0,1799	1/5,79	5,00	5,34	6,34	
	Id.	Id.	»	Id.	Id.	4,31	4,69	8,04	
Houille et lignite, 1 : 1,36.	Id.	0,56	»	Id.	Id.	5,55	5,95	6.53	
Id. Id. 1 : 2,05.	Id.	Id.	»	Id.	Id.	5,45	6,15	11,55	
Bois	Id.	Id.	0,4916	0,1749	1/5,95	3,15	3,15	0,0	(c)
	Id.	Id.	1,0422	0,4567	1/2,28	4,25	4,25	0,0	

(a) Dans ces quatre expériences on a essayé de réduire la proportion si considérable du menu entraîné dans la boîte à fumée, au moyen d'un bouclier α, *fig.* 3, mais on a bientôt renoncé à cette complication, d'une efficacité plus que douteuse et sujette d'ailleurs à plusieurs inconvénients évidents.

(b) Dans ces quatre expériences, la grille, formée de barreaux de $0^m,045$ de largeur, a été remplacée par une sorte de crible (*fig.* 4) dont les trous, circulaires, avaient $0^m,0265$ de diamètre. On voit que cette disposition n'a présenté aucun avantage économique; elle devait être, d'ailleurs, très-incommode pour piquer le feu.

(c) Pas de plaques de recouvrement.

Les deux dernières expériences mettent en évidence les conditions diverses que réclament les combustibles minéraux et le bois : on voit que la faible section libre qui paraît appropriée aux uns, ne convient nullement pour l'autre, et qu'il est beaucoup mieux utilisé en doublant et au delà cette section.

3° *Machine Plass* :

A roues motrices indépendantes de $1^m,58$ de diamètre. Remorque sur niveau 168 tonnes, à la vitesse de 30 kilom. 34 (catégorie o).

Cette machine, une des plus anciennes des chemins de l'État, et construite à Neustadt, sortait de grosse réparation.

Elle a parcouru 953 kilom., savoir :

87 en brûlant du lignite de Zäles;
301 id. de Predlic;
351 id. de Schönfeld;
214 en brûlant du bois.

DÉSIGNATION du combustible.	SURFACE totale de la grille.	DISTANCE de la grille aux tubes inférieurs.	SURFACE non masquée de la grille.	SECTION libre pour l'air.	RAPPORT de la surface libre à la surface totale.	VAPORISATION BRUTE par kilog. de charbon		PROPORTION de houille entraînée.	OBSERVATIONS.
						Consommé.	Brûlé.		
Lignite de Zäles.	m. q. 0,7574	mèt. 0,50	m. q. 0,2478	m. q. 0,0859	1/8,8	kilog. 4,74	kilog. 4,82	2,0 0/0	(a)
Lignite de Predlic........	Id.	Id.	0,7574	0,1879	1/4,03	4,15	4,45	6,90	Pas de plaques de recouvrement.
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,15	4,45	6,83	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,28	4,53	5,53	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,93	4,10	3,62	
Lignite de Schönfeld.......	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,82	4,10	6,94	Grille entièrement démasquée.
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,53	3,81	7,25	
	Id.	Id.	0,5226	0,1349	1/5,61	4,01	4,16	3,43	Une feuille de tôle vers la plaque tubulaire.
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,19	3,41	6,50	
Bois........	Id.	Id.	0,7574	0,2748	1/2,75	3,75	3,75	0,0	Grille entièrement démasquée.
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	3,90	3,90	0,0	
	Id.	Id.	Id.	Id.	Id.	4,32	4,32	0,0	

(a) Largeur des barreaux..... $0^{m},04$
Id. des intervalles.... $0^{m},02$

Machine Bohême :

Diamètre des roues motrices, $1^m,58$; puissance, 224 tonnes brutes remorquées sur niveau, à la vitesse de 30 kilom., 34 : catégorie 1. construite à Neustadt.

L'excellent état d'entretien de cette machine a déterminé à expérimenter spécialement sur elle l'application des charbons crus aux conditions du service des voyageurs.

Elle a parcouru, à la vitesse moyenne, de 38 kilomètres, 10,545 kilom., savoir :

209 en brûlant du lignite de Schönfeld;
106 *id.* *id.* de Predlic;
58 en brûlant un mélange de houille de Kladno et de lignite de Schönfeld ;
47 en brûlant un mélange de houille de Kladno et de lignite de Predlic;
62 en brûlant de la houille de Kladno;
63 *id.* *id.* de Bustěhrad.

Les éléments de la grille, que les observations faites sur les trois autres machines permettaient de fixer à priori, n'ont pas varié dans cette série d'expériences.

Surface totale : $0^{m2},9623$.
Distance aux tubes inférieurs. . $0^m,53$
Largeur des barreaux. . . . . . $0^m,042$
Largeur des intervalles. . . . . $0^m,016$

Une feuille de tôle placée du côté de la plaque tubulaire réduisait la section libre à $0^{m2},1659$, et le rapport de cette section à la surface totale à 1/5,8.

DÉSIGNATION DU COMBUSTIBLE.	VAPORISATION BRUTE par kilogr. de charbon		EAU entraîné.
	consommé.	brûlé.	
	kil.	kil.	
Lignite de Schönfeld.	3,54 3,21	3,90 3,53	9,00 p. o/o 3,90
Lignite de Predlic.	4,40	5,02	12,37
Mélange, en proportions égales, de houille de Kladno et de lignite de Schönfeld.	4,88	5,20	6,0
Houille de Kladno et lignite de Predlic dans le rapport de 1 : 1,92.	3,78	4,08	7,19
Houille de Kladno.	6,22	7,20	7,72
Houille de Bustěhrad.	6,10	6,79	10,18

Les chiffres suivants résument les résultats numériques des 4 séries d'expériences:

Les quatre machines ont parcouru, à la vitesse moyenne de $27^k,7$, 4.040 kilomètres, et consommé 83.257 kilog. de charbon, savoir :

kil.			
4.531	de houille	de Kladno ;	
10.680	*id.*	de Bustěhrad ;	
1.008	*id.*	de Radnic ;	
5 929	de lignite	de Zäles ;	
25.220	*id.*	de Bilin ;	
22.428	*id.*	de Schönfeld ;	
7.321	*id.*	de Predlic ;	
6.140	de coke	de Nachod.	

Consommation kilométrique moyenne, $20^k,60$.

La dépense d'eau s'est élevée à 3.427 hectolitres, soit $4^k,116$ par kilogramme de charbon *consommé.*

La vaporisation brute (eau entraînée comprise) a été en moyenne :

	Pour 1 de charbon consommé.	Pour 1 de charbon brûlé.
Houille de Kladno.	6.76	8,14
Id. de Bustěhrad.	6,66	7,66
Lignite de Zäles.	4,69	5,10
Id. de Predlic.	4,22	4,55
Id. de Schönfeld.	4,07	4,40
Id. de Bilin.	4,07	4,69
Coke de Nachod.	7,18	7,68
Mélange de houille et de lignite,	5,17	5,71

1 kilogramme de bois résineux desséché à l'air équivaut respectivement à :

kil.
1,06 de houille de Kladno;
1,08 *id.* de Bustěhrad;
1,53 de lignite de Zäles;
1,70 *id.* de Predlic;
1,76 *id.* de Schönfeld;
1,76 *id.* de Bilin;
1,32 de mélange de houille et de lignite.

Les expériences précédentes ont été faites sur des trains spéciaux d'essai. Les observations du mois d'août ont été recueillies entre Prague et Lobositz, sur des trains du service ordinaire, remorqués par les machines Bohême et Moldau.

La première a parcouru huit fois la distance (86k,50) de Prague à Lobositz. Le poids des trains remorqués a varié de 60 à 117 tonnes, et la vitesse de 29,50 à 36 kilomètres.

On a conservé pour la grille la disposition indiquée plus haut (p. 439).

DÉSIGNATION DU COMBUSTIBLE.	VAPORISATION brute pour 1 de charbon		PROPORTION du menu entraîné.
	consommé.	brûlé.	
Lignite de Brastnigg	5,12	5,40	5,00 0/0
Lignite d'Arbesau	4,22	4,44	5,00
Mélange de 2 p. de houille de Bustĕhrad et 3 p. de lignite d'Arbesau	5,25	5,45	3,67
Lignite de Schönfeld	5,32	5,68	6,37
Houille de Bustĕhrad de lignite de Schönfeld dans le rapport 1 : 2.	4,61	5,10	9,62
Houille de Bustĕhrad et lignite de Schönfeld dans le rapport 1 : 3,68.	4,30	4,45	3,30
Houille de Bustĕhrad et lignite de Hottowitz dans le rapport 1 : 1,4.	6,60	6,94	4,88
	5,47	5,61	2,44

Consommation moyenne par kilomètre parcouru, arrêts compris, 9k.308.

La machine Moldau a fait également huit voyages entre Prague et Lobositz. Le poids des trains remorqués a varié de 62 à 255 tonnes, et la vitesse de 25,50 à 33 kilom.

On s'est arrêté, pour la grille, à la disposition déjà indiquée comme la plus favorable et qui réduisait la section libre à 1/6,88 de la section totale.

DÉSIGNATION DU COMBUSTIBLE.		VAPORISATION cuite pour 1 de charbon.		PROPORTION du menu entraîné.	OBSERVATIONS.
		consommé.	brûlé.		
Lignites de Schönfeld et de Predlic à poids égaux		4,00	4,21	5,15 p. 0/0	(a)
Lignite de Hottowitz		5,09	5,43	6,82	
Houille de Kladno et lignite d'Arbesau, dans le rapport de 2 : 3.		6,58	7,24	9,17	
		7,38	8,19	10,00	
Houille de Bustĕhrad et lignites divers,	rapport 1 : 1,40	4,86	5,79	16,07	
	— 1 : 3,80	5,00	5,95	16,08	
	— 1 : 1,35	4,91	5,25	6,58	
	— 1 : 5,99	4,02	4,43	9,21	(b)

(a) La machine, fatiguée par un long service, commençait à souffrir dans plusieurs parties de la chaudière et du mécanisme.

(b) Charbon très-humide.

Après avoir exposé les résultats numériques qui viennent d'être reproduits en partie, les auteurs du rapport expriment la conviction formelle que la question de l'application des charbons crus au service des grandes lignes de chemin de fer est définitivement jugée en ce qui concerne les houilles et les lignites de Bohême. On serait fondé, dès lors, à attribuer à cette conséquence un certain degré de généralité, car, sauf leur nature peu sulfureuse, les combustibles essayés ne forment certainement pas une catégorie privilégiée.

Les commissaires formulent comme il suit leurs conclusions :

1° La substitution de la houille et du lignite au bois n'entraîne aucune modification dans la construction du système intérieur de la chaudière. Tout se réduit à restreindre convenablement le passage libre pour l'air, soit en employant des barreaux plus larges et plus rapprochés, soit en masquant une partie de la grille par des plaques de tôle, soit par les deux moyens réunis;

2° Quelques instructions préalables, et de la bonne volonté de la part des mécaniciens et des chauffeurs, suffisent pour mettre très-rapidement ces agents au fait des conditions les plus favorables de la conduite du feu;

3° La substitution dont il s'agit n'introduira aucune perturbation dans le service, les machines étant aussi faciles à mettre et à maintenir en vapeur avec les charbons crus qu'avec le bois;

4° L'expérience a entièrement dissipé les craintes qu'on avait pu concevoir au sujet de l'encrassement et de l'obstruction des tubes;

5° Avec une conduite judicieuse du feu, la fumée est très-peu abondante, à peine visible même,

si ce n'est immédiatement après les rechargements du foyer;

6° Quant à l'influence destructive attribuée aux charbons crus sur le foyer et les tubes, un usage plus prolongé est nécessaire pour apprécier ce qu'il y a de réel dans les craintes exprimées à cet égard. Les commissaires se croient cependant autorisés à regarder cette influence comme très-peu prononcée. Leur opinion se fonde surtout sur l'observation de la machine Moldau qui, dans les expériences préliminaires de 1849, avait déjà parcouru 2,400 kilom. en consommant de la houille et du lignite.

Voici maintenant les règles dont les auteurs du rapport recommandent l'observation :

1° Les houilles, et surtout les lignites, doivent être convenablement desséchés. Cette dessiccation doit, en général, être poussée d'autant plus loin que le charbon est plus impur. L'influence *plus nuisible* de l'eau en présence d'une grande proportion de parties terreuses tient à ce que, se dégageant seulement à une température élevée, elle facilite l'agglomération, et par suite, l'agglutination des cendres; et, en fin de compte, l'engorgement de la grille et des tubes.

Il est, dès lors, nécessaire d'abriter les dépôts de charbon sous des halles couvertes, isolées; il faut que l'air circule librement autour d'elles; que des toits à larges égouts préservent le charbon de la pluie et du soleil; enfin, que le seuil des halles soit convenablement exhaussé pour soustraire le charbon à l'humidité du sol. Avec ces précautions, 8 jours suffisent en général pour obtenir une dessiccation convenable.

Les commissaires recommandent même de

couvrir les tenders en temps de pluie ou de neige.

2° Un triage et un cassage doivent amener les morceaux à peu près à la grosseur du poing. Ce travail n'entraînera qu'une faible dépense largement compensée, d'ailleurs, par ses bons effets. Le menu sera utilisé pour l'allumage des locomotives ou pour le service des machines fixes.

3° L'épaisseur du charbon sur la grille doit être de 8 à 10 centimètres. Les charges doivent se succéder à intervalles plus ou moins rapprochés, suivant le degré d'activité de la production de vapeur : mais il ne faut pas introduire coup sur coup plus de deux ou trois pelletées.

4° Le rapport de la section libre par laquelle afflue l'air, à la surface de chauffe, doit être : 0,0018 pour la houille, et 0,00235 pour le lignite.

L'expérience a conduit depuis longtemps à faire varier, dans les foyers des chaudières fixes, la section libre de la grille avec la nature de la houille. Mais c'est surtout l'état de division des fragments sous l'action du feu qui détermine, en général, l'écartement des barreaux. « ... Quant à » l'espace libre, disent les auteurs du *Guide du* » *chauffeur* (1), il dépend principalement de la » qualité de la houille : si elle est grasse et col- » lante, il n'y a pas d'inconvénient, il y a même » utilité à laisser un espace assez large (soit 1/3), » *sans crainte de voir la houille tomber dans le* » *cendrier*. Si elle est maigre, *et qu'elle se réduise* » *facilement en poussière*, il faut diminuer les » intervalles et les réduire à 1/4 de la surface

(1) MM. Grouvelle et Jaunez, 3° édition, p. 95.

» totale. » Cela, ajoutent les auteurs, n'influe que très-peu sur le tirage : assertion exacte peut-être dans ces limites restreintes, mais qui serait certainement très-fausse si elle s'appliquait à des variations plus étendues.

« Il est très-utile, dit de son côté M. Péclet (1), » de diminuer l'écartement des barreaux quand on » doit brûler des houilles *qui se divisent* dans le » foyer, à mesure que la combustion fait des pro- » grès. »

Mais si la considération de l'état de division du combustible est à peu près la seule dont on se préoccupe ordinairement, il y a cependant une relation plus ou moins intime, plus ou moins essentielle, entre sa nature même et la section libre qui lui convient. Sa densité, son état plus ou moins compacte, la proportion des cendres, leur nature, fusible, ramollissable ou réfractaire, et dans ce dernier cas leur légèreté plus ou moins grande, leur adhérence plus ou moins prononcée aux fragments en ignition, sont autant d'éléments qui modifient la vitesse avec laquelle l'air doit affluer sur la masse embrasée. C'est surtout dans les expériences faites pour substituer aux houilles grasses des houilles anthraciteuses bien caractérisées, que cette relation a été nettement constatée.

C'est ainsi que pour brûler sur des grilles la houille de Vicoigne (nord) (2) on a été conduit à réduire à 5 millimètres les intervalles qui étaient primitivement de 12 à 15 ; et il est probable qu'en

---

(1) Traité de la chaleur, tome I, p. 240.

(2) Rapport de M. Blavier. Annales des mines, 4e série, t. IV, p. 499.

rapprochant les barreaux, en réduisant la somme des vides dans le seul but de retenir les petits fragments sur la grille, on a souvent, sans s'en rendre compte, rempli en même temps une des conditions essentielles d'une combustion active et facile.

Pour le coke, dont l'application à la production de la vapeur est restreinte aux locomotives, on s'attache invariablement à faire affluer l'air dans le foyer par la plus grande section possible. La largeur des vides est limitée seulement par la double nécessité de conserver une résistance suffisante aux barreaux, d'autant plus chargés qu'ils sont plus faibles, et de limiter les déchets. En pratique, la section libre est ordinairement 1/2 de la section totale.

Cette règle est admise sans contestation, et reproduite dans tous les ouvrages spéciaux (1) : il serait difficile cependant de citer un fait, une observation qui la justifie, et elle paraît fondée uniquement sur un motif du reste très-plausible en lui-même, c'est-à-dire sur l'importance qu'on attache à atténuer la résistance que l'air éprouve au passage de la grille. Mais on conçoit que cette considération puisse n'avoir qu'une valeur relative très-secondaire ; d'ailleurs, fondée ou non, la règle dont il s'agit s'applique à des grilles chargées sur une grande hauteur, et on conçoit aussi que, quand

(1) « Il faut, en général, donner au passage de l'air *la » plus grande section possible*, autant que le comporte la » résistance des barreaux, comme il faut aussi, en géné» ral, que l'écartement des barreaux soit faible pour que » le coke ne passe pas à travers la grille. » (Guide du mécanicien, par MM. Lechatelier, Flachat, Pétiet et Polonceau, page 97.)

la nature du combustible exige une faible épaisseur, comme cela a lieu pour les houilles collantes, rien n'empêche dans les chaudières fixes d'établir le rapport convenable en donnant à la grille de grandes dimensions : mais on n'a pas cette faculté dans les locomotives.

Généralement pour une charge moyenne sur la grille, le volume apparent du coke, par mètre carré de surface de chauffe, est compris dans les locomotives entre 7 et 12 décimètres cubes, comme l'indiquent les exemples suivants :

MACHINES.	SECTION du foyer.	DISTANCE des tubes inférieurs à la grille.	VOLUME occupé par le coke.	SURFACE de chauffe.	VOLUME de coke par mèt. q. de surface de chauffe.
	m. q.	m.	m. c.	m. q.	déc. c.
Nord (voyageurs) . . .	0,845	0,68	0,575	71,51	8,04
Id. (mixte modifiée).	1,148	0,68	0,781	74,35	10,50
Id. Crampton.	1,418	0,56	0,794	102,34	7,75
Lyon (voyageurs) . . .	0,945	0,70	0,662	82,15	8,06
Id. (mixte).	1,253	0,87	1,090	85,46	12,75
Id. (marchandises).	1,094	0,86	0,941	96,58	9,74
Ouest	0,920	0,68	0,625	85,80	7,28
Rouen.	1,084	0,51	0,555	64,67	8,58

Ce tableau suppose la charge limitée par un plan horizontal affleurant les tubes inférieurs. Pour les trains considérables, les grandes vitesses, ou pour les machines à foyers peu profonds, la charge s'élève, à l'arrière, jusqu'à la porte du foyer. Les machines Crampton, par exemple, marchent toujours avec le foyer comble. Les chiffres de la dernière colonne sont sont donc des valeurs moyennes : or, avec les éléments indiqués par les commissaires autrichiens, ce chiffre se réduirait pour la machine Moldau, par exemple, à 1,14 seule-

ment. Une telle disproportion paraît difficile à admettre. Elle exige nécessairement d'ailleurs que la porte du foyer soit ouverte à chaque instant pour les rechargements.

Il règne jusqu'à présent une grande incertitude sur tout ce qui tient aux proportions des foyers des chaudières à vapeur, au mode d'admission de l'air, à la conduite du feu, et on chercherait vainement à rattacher à quelques principes généraux, les données admises par les divers constructeurs. Les perfectionnements réalisés dans les machines, fixes ou locomotives, ont eu surtout pour résultat d'épuiser plus complétement le travail emmagasiné dans la vapeur; mais les conditions de la production de chaleur n'ont été ni améliorées ni étudiées parallèlement. Cette infériorité tient à la nature même de la question. La chaleur une fois produite, sa transmission à l'eau, et l'application de la puissance dynamique de la vapeur, s'opèrent d'après des principes simples et peu nombreux : tandis que l'intervention nécessaire d'un ouvrier, pour la conduite du feu, et les propriétés si diverses des combustibles mis en œuvre par l'industrie, compliquent le problème, et font varier dans chaque cas ses données.

Quelques exemples remarquables montrent le parti qu'on peut tirer des charbons les plus intraitables en apparence, quand tous les éléments de la chauffe sont bien appropriés à la nature du combustible.

Le plus frappant de ces exemples est assurément celui que M. Le Play a fait connaître dans sa *Description des procédés métallurgiques employés dans le pays de Galles pour la fabri-*

cation du cuivre (1). Brûler sur les grilles des fours à reverbère servant au grillage des minerais, des anthracites très-menus, mélangés seulement d'une faible proportion de houille grasse, et accumulés en masse presque pulvérulente de $0^m,60$ à $0^m,70$ de hauteur, tel est le problème, certes fort épineux, que les chauffeurs gallois ont résolu depuis longtemps d'une manière complète, par l'artifice aussi ingénieux qu'original décrit par M. Le Play (2). L'idée d'utiliser les cendres elles-mêmes, et leur état pâteux, pour former, d'une part, une sorte de réseau qui soutient tout le système et remplace la grille proprement dite, réduite à quelques points d'appui; de l'autre, les canaux qui facilitent l'accès de l'air au sein de la masse en combustion, cette idée n'a pu à coup sûr être conçue à priori; elle a dû être suggérée par un heureux hasard, par quelque observation imprévue; et le bonheur avec lequel on a triomphé, dans ce cas, de tous les obstacles, doit engager à attaquer résolûment, dans toutes les circonstances, un problème qui se présente rarement aussi hérissé de difficultés. Sans doute le succès obtenu dans les fourneaux gallois suppose un ensemble de conditions qui ne se rencontrent peut-être pour aucun autre combustible, mais que des mélanges convenables pourraient probablement réaliser dans plusieurs cas.

En ce qui concerne les foyers de locomotives, les expériences des commissaires autrichiens font faire à la question un pas incontestable; mais leur rapport est malheureusement d'un extrême laco-

---

(1) Annales des mines, 4e série, t. XIII, p. 3.

(2) Annales des mines, 4e série, t. XIII, p. 118 et suiv.

nisme. En proclamant le succès de leurs recherches ils ont négligé d'exposer les phénomènes qu'ils ont dû observer.

L'addition des plaques, l'accumulation des cendres vers les angles du foyer qui doit en être la conséquence inévitable, n'exigent-elles pas que le feu soit très-fréquemment piqué, et ne rendent-elles pas cette opération longue et difficile? Quel était, dans les expériences, le degré d'ouverture de l'échappement? Quelle est l'influence de cet élément sur la proportion presque toujours si énorme de charbon entraînée dans la boîte à fumée? Faut-il nécessairement subir cette perte? Comment concilier d'ailleurs cet entraînement si considérable de menu charbon à travers les tubes, avec la confiance qu'expriment les commissaires au sujet de la lenteur de l'usure des tubes? Comment maintenir dans le foyer la température nécessaire, avec des rechargements qui se suivent de si près? Sur tous ces points, le rapport est muet.

Le fait capital, la possibilité d'employer dans les locomotives certaines variétés de houille et de lignite, paraît du moins assez bien établi pour déterminer les ingénieurs de chemins de fer à reprendre, avec plus de suite, l'examen d'une question fort importante au point de vue économique, et qui n'a été qu'effleurée en France.

Mais avant de tenter un changement aussi radical que la substitution de la houille au coke, il m'a semblé qu'il convenait d'étudier de plus près les conditions de l'emploi du coke lui-même; et les indications de MM. Neumann, Tebich et Balling, peuvent aussi être mises à profit pour cette étude spéciale. M. Mollard a bien voulu appliquer

immédiatement à une de ses machines le principe de la double réduction de l'épaisseur de coke et de la section libre ; et, dès ses premiers essais, il a obtenu des résultats assez nets pour inspirer une légitime confiance dans la valeur de ce principe ; les expériences se poursuivent en ce moment, mais l'importance du sujet me paraît justifier la reproduction des observations de M. Mollard, qui suppléent déjà en partie à l'insuffisance du rapport des ingénieurs allemands.

« La surface de nos grilles est de $0^{m2},81$. Elle a été » d'abord réduite, au moyen des plaques de tôle, à $0^{m2},36$ » (rapport du vide à la surface totale, 1/4,5). J'ai trouvé » qu'en partant de Troyes avec un feu de $0^{m},70$ de hauteur » et un train ordinaire (10 voitures), on pouvait laisser le » niveau s'abaisser à $0^{m},20$ pour un parcours de 56 kil. J'a» vais soin seulement, pendant ce trajet, de faire combler » avec du petit coke les ouvertures qui donnaient trop » d'accès à l'air, afin de le forcer à se diviser dans la cou» che de coke : l'échappement était d'ailleurs entièrement » ouvert. Pour une charge plus grande de 1/3 (13 voitures), » l'épaisseur minimum a été portée à $0^{m},38$. A cette li» mite, la vapeur se produisait difficilement, et il a fallu » serrer l'échappement. J'en ai conclu que la surface libre » était trop restreinte ; et, en effet, le rapport dépassait la » limite que vous m'aviez indiquée. Je remarquai néan» moins que le feu était excessivement actif ; que le coke, » à peine introduit dans le foyer, entrait immédiatement » en pleine combustion. Je fis donc changer les dimen» sions des tôles et porter la surface non masquée à $0^{m2},49$, » au lieu de 0,36 (rapport du vide à la section totale, » 1/3,3). Pendant trois semaines de marche dans ces con» ditions, j'ai remarqué ce qui suit :

» 1° Avec une épaisseur de coke de $0^{k},70$ au départ, » une charge de 13 voitures (train mixte) et une vitesse » moyenne de 37 kil. à l'heure, on peut, sans recharger » le foyer, parcourir 50 à 60 kil. L'épaisseur est alors ré» duite à $0^{m},30$. A partir de ce point, on recharge de temps » en temps, de manière à maintenir d'abord cette épais-

» seur sensiblement constante; et, vers la fin du parcours, » on laisse le niveau s'abaisser. On atteint ainsi la station » extrême (100 kil.) avec une épaisseur réduite à $0^k,10$ ou » $0^k,12$ seulement;

» 2° On n'a nullement besoin de serrer l'échappement; » loin de là, il faut, pour modérer l'activité du tirage, ou- » vrir fréquemment le registre à air froid;

» 3° En procédant ainsi, le coke placé sur la grille est » en grande partie épuisé quand on approche du terme » du voyage, tandis que celui qui recouvre les plaques de » tôle conserve encore une puissance calorifique considé- » rable. La température des parois du foyer se maintient » ainsi assez élevée, et la production de vapeur suffit pour » entrer en gare dans de très-bonnes conditions;

» 4° Ces dispositions n'augmentent nullement la pro- » portion des cendres entraînées dans la boîte à fumée;

» 5° *Il n'y a pas sensiblement de fragments de coke* » *entraînés avec les cendres*; cela s'explique facilement » par le fait même de la réduction de l'épaisseur du coke, » les petits fragments ne s'élevant pas assez haut pour » s'engager dans les tubes (1);

» 6° Ces expériences coïncidant précisément avec une » nouvelle répartition des machines entre les mécani- » ciens, il est difficile d'établir dès à présent une compa- » raison bien exacte entre les consommations des deux » systèmes. Celui de nos mécaniciens qui fait le moins » d'économies avait pour moyenne des jours qui ont pré- » cédé nos expériences, et avec la machine qu'il condui- » sait à cette époque, 6 kil.; avec la machine munie des » tôles, il a obtenu $5^k,50$; par un autre mécanicien plus » exercé, la moyenne s'est abaissée à $4^k,61$. »

En résumé, l'utilité de la réduction de la sec- tion libre combinée avec la réduction de l'épais-

(1) La grille de ces machines est placée à $0^m,56$ au-des- sous des tubes : peut-être conviendrait-il de la relever d'une certaine quantité, en rapport avec la réduction d'é- paisseur de la charge, dût-on faciliter par là l'entraînement de quelques petits fragments de coke. La surface de chauffe directe, dont on ne sacrifierait d'ailleurs qu'une très-pe- tite fraction, serait sans doute mieux utilisée.

seur du combustible semble bien établie pour le coke, au moins dans des conditions analogues à celles du chemin de Montereau à Troyes ; l'addition des plaques de tôle paraît avoir précisément pour effet de permettre de marcher avec le *feu bas*, sans compromettre l'élévation de la température du foyer, et par suite l'activité de la production de vapeur. La coïncidence indiquée par M. Mollard ne permet pas d'assigner encore numériquement l'économie probable. Il y a toujours d'ailleurs, dans les expériences de ce genre, une période de tâtonnements, dont les résultats ne peuvent être exprimées par des chiffres vraiment significatifs. Mais la tendance générale de ces résultats est du moins très-favorable. L'économie réalisée doit être l'expression de deux faits : l'un très-probable, la combustion plus complète des gaz ; l'autre évident, la diminution de résistance correspondant à l'accroissement de la section de l'échappement.

Le surcroît de travail résistant développé sur le piston par l'étranglement de l'orifice variable n'a jamais été observé, et il ne peut être évalué *à priori*. Mais l'importance de cette résistance est du moins parfaitement établie (1), et il n'y a pas de méca-

(1) Si la mécanique expérimentale ne fournit pas les éléments du calcul de la résistance due à l'échappement, elle fait du moins comprendre que cette résistance peut être très-grande ; qu'une contre-pression considérable dans le cylindre, et un vide partiel dans la boîte à fumée, peuvent coexister malgré la section relativement considérable et la très-faible longueur du conduit qui établit une communication entre ces deux capacités. Les expériences bien connues sur l'écoulement de l'air à travers des tubes, faites en 1845 par M. Pecqueur et discutées par M. Poncelet,

nicien qui ne s'attache à marcher avec un orifice aussi large que le permettent, d'une part, la charge et la vitesse, la nature du coke; de l'autre, la disposition plus ou moins vicieuse de la grille, la hauteur plus ou moins exagérée de la couche de combustible. Or, l'influence des dispositions expérimentées sur le degré d'ouverture normal de l'échappement est démontrée d'une manière bien nette par les observations de M. Mollard, puisqu'il ne suffisait pas d'écarter les valves, et qu'il fallait encore tempérer le tirage par l'admis-

---

prouvent que la compressibilité des fluides élastiques n'a pas d'influence appréciable, au moins dans les limites des expériences, sur les pertes de force vive qu'ils subissent dans leur trajet et par suite sur les chutes de pression qui correspondent à ces pertes : qu'en un mot les gaz et les vapeurs suivent pratiquement, à cet égard, les mêmes lois que les liquides. Plus faible que la pression atmosphérique au delà de l'orifice de l'échappement, la pression peut donc être de beaucoup supérieure *immédiatement en amont;* il y a, à l'orifice, une chute brusque de pression, *une véritable explosion.* Le vide partiel qui existe dans la boîte à fumée ne fixe donc, en aucune manière (comme l'ont prétendu quelques personnes et entre autres M. Frimot), une limite supérieure à la pression dans le tuyau d'échappement, et par suite à celle qui s'exerce contre le piston : il serait même, à certains égards, plus exact de dire que la pression dans le tuyau est d'autant plus grande que la raréfaction dans la boîte à fumée est plus prononcée, puisque l'une est la cause, et l'autre l'effet. Mais, en réalité, le degré de raréfaction n'apprend rien ni sur le travail moteur qu'exige le tirage, ni sur le travail résistant dépensé sur le piston par le jet de vapeur qui le produit. Les observations manométriques faites à diverses reprises, soit sur la boîte à fumée seulement, soit simultanément sur la boîte à fumée et sur le foyer, n'ont donc qu'un intérêt fort médiocre, et ne peuvent conduire à aucune conséquence pratique.

sion d'un courant d'air froid dans la boîte à fumée (1).

L'ensemble des expériences faites sur les locomotives indique qu'en tenant compte de la chaleur entraînée par l'eau mêlée à la vapeur, la quantité de chaleur acquise à la chaudière par kil. de coke est aussi considérable que dans les générateurs fixes bien établis. La température des gaz dans la boîte à fumée diffère peu d'ailleurs, dans les machines à longue chaudière, de celle qu'ils doivent conserver dans le grand carneau pour produire un tirage suffisant. De sorte qu'en somme, les chaudières de locomotives utilisent le combustible aussi bien, peut-être même un peu mieux que les chaudières fixes à bouilleurs, par exemple; mais cette égalité ne peut nullement être invoquée comme justifiant, dans ses détails, le mode de combustion appliquée aux locomotives. La disposition même de ces chaudières, l'épaisseur si faible des tubes, l'espèce d'étirage qui met pour ainsi dire tous les points de la masse gazeuse en contact presque immédiat avec l'eau, l'état des surfaces, toujours plus favorable à la

(1) La manœuvre d'une plaque mobile, placée à l'avant du cendrier et réglant l'admission de l'air dans le foyer, serait bien préférable à celle du registre de la boîte à fumée. La variation du tirage au moyen de la plaque du cendrier est presque exclusivement en usage en Angleterre, où la qualité supérieure du coke permet d'employer des échappements fixes à larges orifices; mais elle s'applique aussi avec avantage aux machines pourvues d'un échappement variable, et elle deviendra plus utile encore si une expérience plus prolongée confirme les résultats obtenus sur le chemin de Troyes, et détermine les praticiens à adopter pour la conduite du feu un mode avec lequel l'activité du tirage due à la lumière d'échappement doit être plus souvent modérée qu'excitée.

transmission de la chaleur par suite d'un entretien bien plus soigné, sembleraient devoir assurer aux chaudières de locomotives une supériorité marquée. Cette supériorité n'existe pas, et d'ailleurs la disposition des foyers et des carneaux des chaudières fixes n'est probablement ellemême presque jamais irréprochable; si elle l'est dans certains cas, c'est surtout au hasard qu'on le doit.

Les dimensions horizontales si restreintes, relativement à la surface de chauffe, qu'on est forcé de donner aux foyers des locomotives, ont conduit naturellement à regarder comme indispensable de compenser cette insuffisance par un accroissement correspondant de l'épaisseur de combustible. Abstraction faite des autres motifs qui semblaient exclure la houille, cette considération suffisait dès lors pour que l'emploi du coke fût regardé comme une condition de rigueur. Les houilles, celles qui sont collantes surtout, ne pouvant être brûlées qu'en couches trèspeu épaisses, il était tout simple de mettre à profit la propriété depuis longtemps observée que possède le coke de brûler facilement avec des hauteurs de charges plus considérables, d'exiger même, dans certaines limites, cet accroissement d'épaisseur (1). Mais ici, comme pour la disposition de la grille, c'est par le fait purement mécanique, évident, qu'on explique ordinairement les conditions différentes que réclament ces deux classes de combustibles : le coke ne se boursou-

(1) Dans les usines à gaz, par exemple, le coke, bien plus léger d'ailleurs que celui que réclame absolument le service des chemins de fer, est chargé sur des épaisseurs de $0^m,20$ à $0^m,30$.

flant pas et ne se réduisant pas en fragments, n'obstrue pas le passage de l'air; on peut donc augmenter l'épaisseur sans compromettre le tirage (1). Mais M. Ebelmen a indiqué, il y a déjà plusieurs années (2), une autre cause inhérente à la nature même du coke : par cela même qu'il est moins combustible que la houille et le charbon de bois, qu'il a en général moins d'aptitude à agir sur les gaz, le coke transforme beaucoup plus difficilement en oxyde de carbone, l'acide carbonique produit par l'action immédiate de l'air sur les couches inférieures de combustible. On peut donc, avec des charges plus épaisses, obtenir une combustion aussi complète et une température plus élevée; mais il y a, dans chaque cas, une limite qu'il ne faudrait pas dépasser, et qu'on dépasse sans doute très-souvent dans les locomotives.

En résumé : réduction de la section libre de la grille, réduction de l'épaisseur moyenne des charges combinée avec un état de division convenable et sensiblement uniforme des fragments de combustible; combustion plus complète, ouverture presque toujours totale de l'échappement avec toutes les conséquences de ces deux faits; tels sont, d'une part, les modifications que les mécaniciens doivent s'attacher à introduire dans l'emploi du coke; de l'autre, les avantages qu'il est permis d'espérer de leur application judicieuse.

(1) « Jusqu'ici, disent MM. Jullien et Bataille (Traité des » machines à vapeur, 2e section, p. 284), le coke *a toujours parfaitement brûlé* en couches variant entre 60 et » 80 centimètres. » Sans doute; mais à quel prix ?

(2) Recherches sur la combustion et l'emploi des gaz combustibles. Annales des mines, 4e série, t. III, p. 240.

LETTRE

de M. le Ministre des affaires étrangères à M. le Ministre des travaux publics.

Monsieur et cher collègue,

Le Ministre de France à La Haye m'annonce que, d'après quelques détails sommaires publiés récemment par le journal le *Staats courant*, on s'occupe sérieusement et avec succès même de l'exploitation des mines de charbon découvertes, il y a quelques années, à Pengarau, dans le Benjermassin (île de Bornéo). De nouvelles recherches auraient constaté la présence dans ces parages de gisements considérables d'où l'on aurait extrait dans les derniers jours du mois d'août dernier 489 tonnes de charbon.

Je m'empresse, monsieur et cher collègue, de vous transmettre ces renseignements qui m'ont paru de nature à intéresser votre département.

Le point le plus élevé du Harz est le sommet granitique du Brocken (1.170 mètres au-dessus du niveau de la mer du Nord).

Le granite paraît avoir traversé les roches schisteuses sans les briser, mais en déviant les couches de leur direction. Ainsi les schistes et les grauwackes sont dirigés vers l'heure 3-4, au nord-ouest du Broken, tandis que vers le sud, leur direction est sur l'heure 6-7.

La formation schisteuse constitue les cinq sixièmes de toute l'étendue du Harz; elle comprend un certain nombre de roches, évidemment contemporaines, et dont les principales sont : les schistes, la grauwacke, le quarzite, le grünstein et le calcaire.

Les schistes argileux sans grauwaçke se présentent dans les régions de Saint-Andreasberg.

La grauwacke, sans alternances de schistes, domine vers le sud et vers l'est du Brocken.

Les schistes et la grauwvacke, disposées par couches alternantes, forment la plus grande partie des terrains dans les régions de Lauterberg, Clausthal, Lautenthal et Goslar.

Le quarzite se présente en bancs puissants, dans le voisinage du granite, auprès de Saint-Andreasberg.

Le grünstein apparaît en couches intercalées dans les schistes et grauwacke, et parfois passe graduellement à ces deux roches.

Le calcaire peut être observé en couches dans les schistes, ou en masses puissantes, notamment auprès de Grund.

Les montagnes formées de ces différentes roches sont en général à pentes douces, et présentent à leurs sommets des plateaux assez étendus. Les

vallées sont nombreuses et peu profondes : les ruisseaux ne sont pas assez puissants pour produire à eux seuls la force motrice nécessaire aux mines, aux ateliers de préparation mécanique et aux usines. Il a fallu créer des étangs, construire des canaux gigantesques, pour rassembler les eaux, pour les conduire là où elles doivent être employées. L'ensemble de ces travaux est un des chefs-d'œuvre de la patience et du génie humain.

Les montagnes sont couvertes de forêts, qui fournissent les bois et charbons nécessaires aux différentes opérations.

Les minerais métalliques se présentent en amas et en filons.— Les premiers contiennent plus spécialement les minerais de fer; ils sont nombreux dans les schistes et dans la grauwacke, au contact du grünstein. Les minerais de plomb, cuivre et argent sont presque toujours en filons bien caractérisés. Cependant quelques géologues considèrent comme un amas le fameux gîte de Rammelsberg, dans lequel on exploite, depuis des siècles, des minerais très-complexes contenant : de la pyrite de fer, du cuivre pyriteux, du cuivre gris, de la galène, de la blende, formant des veines plus ou moins isolées dans une gangue de schiste, de quartz, de calcaire et de baryte sulfatée. Filons et amas.

On peut distinguer plusieurs classes de filons.

1° Les filons de galène plus ou moins argentifère. Ils contiennent principalement de la galène, de la blende, un peu de cuivre pyriteux, de la pyrite de fer, du cuivre gris. Les gangues les plus ordinaires sont: le calcaire blanc lamelleux, le quartz, la baryte sulfatée, le fer carbonaté spathique; la grauwacke et les schistes tendres, dans lesquels les autres minéraux forment des veines plus ou

moins puissantes. Ces filons coupent en général les schistes; leur direction varie de l'heure 6 à l'heure 12. Assez souvent plusieurs veines à peu près parallèles se suivent à de faibles distances et constituent un système de filons, gang zug. Dans chaque système domine une gangue particulière: ainsi dans le Burgstädterzug, le calcaire lamelleux est la gangue la plus abondante; dans le zellerfelderzug le quartz est prédominant; dans le Rosenhoferzug le fer carbonaté spathique est en masses considérables; à la mine importante de Bergwerks-Wohlfahrt, la baryte sulfatée forme des veines très-puissantes. Aucune de ces gangues n'est argentifère.

2° Filons de cuivre. Ils renferment les espèces suivantes: cuivre pyriteux, sulfure de cuivre, malachite; les gangues sont: le quartz, la baryte sulfatée, le spath fluor et le fer oxydé rouge. Ces filons ne se trouvent que dans la grauwacke, du côté de Lauterberg: nous remarquerons que dans plusieurs filons de galène le cuivre pyriteux et la pyrite de fer forment quelquefois des veines assez puissantes, et deviennent, par places, les seuls minerais que renferment les filons: ce cas se présente notamment dans le Burgstädterzug, auprès de Clausthal.

3° Filons ferrugineux, renfermant le fer oxydé rouge, le fer carbonaté, l'hématite brune: les filons de fer oligiste sont particuliers à la grauwacke, et contiennent presque toujours de la baryte sulfatée.

4° Les filons argentifères de la contrée de Saint-Andreasberg. Ces filons sont ordinairement peu puissants, ils renferment de la galène et plusieurs espèces minérales, de l'argent, parfois en très-

beaux cristaux, de l'arsenic riche en argent; les gangues sont le calcaire spathique et le quartz.

Comme nous décrirons plus spécialement la préparation mécanique des minerais de plomb, nous insisterons un peu sur la disposition de ces minerais dans les filons.

Disposition des minerais dans les filons de galène.

Dans les filons plombeux la matière prédominante est toujours le schiste et la grauwacke, dans lesquels les autres substances minérales forment des veines plus ou moins puissantes. Le quartz, le fer carbonaté, la baryte sulfatée, le calcaire spathique, se présentent en veines qui ont souvent des renflements considérables. La galène, accompagnée de blende, d'un peu de pyrites de fer et cuivre, de cuivre gris, forme des veines et des veinules assez irrégulières, quelquefois d'une grande épaisseur, accompagnant celles de baryte, de calcaire, de fer carbonaté, et les pénétrant en veinules irrégulières ou en mouches isolées, perdues pour ainsi dire et invisibles dans la gangue. Cette dissémination des minerais en particules imperceptibles s'étend souvent à une grande distance des veines de galène; elle est surtout très-sensible entre deux veines assez rapprochées. Aussi, dans l'abattage, faut-il considérer comme minerai, élever au jour et livrer à la préparation mécanique, toute la masse des filons comprise entre les différentes veines de galène et celle qui est immédiatement en contact avec elles, bien qu'à l'apparence on doive en considérer une partie comme tout à fait stérile. C'est donc une condition essentielle d'une bonne exploitation de ne laisser dans les remblais que les fragments stériles abattus à une certaine distance de toute veine métallique, distance variable, bien entendu, d'une mine

à l'autre, et que peut seule déterminer une longue expérience pratique.

La blende est souvent intimement mélangée avec la galène : d'autres fois elle forme des veines distinctes, surtout dans la profondeur (1). La blende n'est jamais notablement argentifère.

La pyrite de fer et le cuivre pyriteux sont presque toujours en mouches ou en veinules, disséminées dans la galène, plus rarement en veines, parfois très-puissantes, mais alors bien distinctes. Ces deux espèces minérales ne contiennent pas d'argent.

Le cuivre gris se présente fréquemment en mouches isolées, et très-rarement en veines séparées de la galène. Il est assez riche en argent; mais sa richesse est très-variable.

La galène contient de 1 1/4 à 12 lots d'argent au centner (0,00041 à 0,00372; 41 à 372 grammes d'argent aux 100 kilos de galène pure). Le plus ordinairement la galène rend à l'essai du plomb d'œuvre tenant de 3 à 5 lots d'argent au centner (93 à 155 grammes d'argent aux 100 kilos).

Précaution dans l'abatage.

Dans l'exploitation des mines, les ingénieurs du Harz prennent les plus grandes précautions pour éviter les ébranlements des terrains encaissants et de la masse même des filons ; ils adoptent les dispositions nécessaires pour conduire directement les eaux aux galeries d'écoulement, et pour les empêcher de traverser les gradins en abatage. Les minerais abattus sont reçus sur des aires dis-

(1) Il importe de remarquer que la blende devient presque toujours plus abondante dans la profondeur ; on peut citer comme exemple les mines de Lautenthal, dans lesquelles la blende est le minerai dominant à la profondeur de 600 mètres. La baryte sulfatée disparaît presque complétement dans la profondeur.

posées d'une manière spéciale, et présentant une surface ferme, perméable aux eaux, et constamment sèche. De l'ensemble de ces précautions résultent de grands avantages: les minerais ne sont pas broyés par la pression du terrain; les seuls menus qu'on obtient proviennent de l'abatage d'une roche dure, et du cassage des fragments. Les minerais sont bien secs et bien propres; ils ne sont pas ordinairement recouverts de boue épaisse comme cela se présente dans presque toutes les autres mines. Un triage bien soigné est possible dans la mine même, avant que les minerais ne soient élevés au jour.

Le triage n'est fait que pour les gros fragments. Tous ceux qui contiennent des veines et veinules de minerai, tous ceux qui, bien que paraissant stériles, proviennent du voisinage des veines de galène, sont chargés dans les wagons, roulés aux puits d'extraction et montés au jour: les autres sont laissés dans les remblais: on charge du triage les vieux et habiles mineurs. Les menus donnés par l'abatage et par le triage sont tous extraits pour passer à la préparation mécanique. D'après cela, les minerais sortant des mines sont de deux qualités bien différentes : le gros contient de la galène disséminée souvent en mouches imperceptibles, et provient toujours soit des veines métallifères, soit des parties immédiatement en contact avec ces veines; le menu au contraire provient de toutes les parties abattues, et contient des fragments de minerai, des roches en contact avec le minerai et des roches qui, en place éloignées des veines, sont parfaitement stériles. Cette différence de provenance du gros et du menu explique la différence du traitement à la préparation méca-

nique. On ne fait du stérile avec le gros que par un triage attentif, tandis que les menus peuvent donner du stérile aux criblages.

Les ateliers de préparation mécanique sont en général placés à proximité des mines; cependant leur position dépend de la possibilité d'avoir la force motrice et l'eau nécessaire au lavage; de la facilité d'établir des chemins de fer, par lesquels on puisse transporter économiquement les minerais des puits d'extraction aux bocards, et de la proximité des usines dans lesquelles les minerais préparés doivent être fondus. Ainsi, plusieurs des bocards de la vallée de Clausthal traitent des minerais qui proviennent des mines situées de l'autre côté de la ville. Ces minerais sont transportés d'abord en bateau par la grande galerie de navigation, élevés ensuite au jour dans la vallée de Clausthal, et roulés aux bocards dans des wagons, sur des chemins de fer à pentes douces établis sur les flancs de la vallée.

Les trois districts de Clausthal, Zellerfeld et St-Andreasberg comprennent 58 bocards et laveries pour les schlamms. Nous donnons à la fin du mémoire la quantité de minerai traité et celle des produits obtenus.

CHAPITRE SECOND.

MODE DE PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS DE PLOMB.

Les minerais arrivent des mines gros et menus mélangés. La première opération à laquelle on les soumet est le triage, séparant le gros (wände) des menus (grubenklein). Les menus sont transportés

aux ateliers de préparation mécanique, le gros est soumis à un cassage et triage.

Les haldes sur lesquelles on décharge les minerais sont assez souvent fort élevées au-dessus des aires de triage, aussi les gros fragments roulent d'eux-mêmes aux pieds des haldes beaucoup plus loin que les menus, dont ils se séparent spontanément. Quand la disposition du terrain ne permet pas une grande hauteur de haldes, la séparation du gros et des menus doit être faite par des ouvriers, qui retirent les gros fragments engagés dans la masse des menus. La distinction entre la wände et le grubenklein est fondée seulement sur la grosseur des fragments. La limite inférieure, au-dessus de laquelle un morceau est classé parmi les wände, est un peu variable d'une mine à l'autre, avec la nature et la richesse des minerais. On peut admettre 8 à 9 centimètres comme valeur moyenne de cette limite. **Séparation en wände et grubenklein.**

Le traitement des wände se divise en deux opérations : le cassage et triage, le scheidage. **Cassage et triage des wände.**

La première opération se fait en plein air, la seconde dans des ateliers fermés; toutes deux n'ont généralement lieu que pendant l'été.

Cassage. Les wände sont réunis en tas autour de l'aire de cassage : des ouvriers spéciaux viennent prendre les morceaux et les distribuent aux différents casseurs, en donnant à chacun une qualité déterminée de minerai, autant du moins que le choix peut être fait rapidement, par le poids relatif et l'apparence des morceaux. Les casseurs doivent faire en même temps le triage, et diviser les fragments cassés en un très-grand nombre de qualités différentes. Considérons d'abord le cas le plus simple, c'est-à-dire un minerai contenant

seulement de la galène, ou avec elle une quantité insignifiante de blende, de pyrite de fer et de fer carbonaté; à gangue d'argile, de calcaire et de grauwacke. Les casseurs doivent produire par le triage les qualités suivantes :

1° *Stufferz*, minerai massif, bon à fondre, qui n'a besoin que d'être écrasé sous les pilons d'un bocard à sec. L'écrasement de ce minerai a seulement pour but de le rendre propre à être bien mélangé avec les autres minerais traités dans les usines, et de permettre la détermination rigoureuse de sa richesse en plomb et en argent.

2° *Scheide stufferz*, ou minerai massif n° 2, qui doit être soumis au scheidage, c'est-à-dire qu'on doit, par un cassage avec des marteaux plus petits et par un triage, retirer de ce minerai une certaine proportion de stufferz pur. La distinction de cette qualité n'est pas seulement fondée sur sa richesse absolue, mais principalement sur la disposition de la galène en veines compactes, qu'on peut séparer des parties moins riches par des coups de marteau convenablement dirigés.

3° *Schurerz*, minerai riche tenant de 25 à 30 p. 100 de galène tellement engagée dans la gangue qu'on doit soumettre le minerai à une préparation mécanique complète. Dans le schurerz, la galène est en veinules irrégulières, mais cependant assez compactes, pour qu'en écrasant les minerais, sous les pilons d'un bocard ou bien entre des cylindres broyeurs, jusqu'à la dimension d'environ un 1/2 pouce=0^{m},012, on puisse par criblage obtenir une certaine proportion de grenailles bonnes à fondre.

4° *Pocherz*, minerai assez pauvre, tenant de 8 à 12 p. 100 de galène disséminée dans la gan-

gue, de telle sorte que pour retirer par criblage des grenailles bonnes à fondre, il faut écraser les minerais, soit aux bocards, soit aux cylindres broyeurs, en grenailles de 3/8 à 3/16 de pouce, 0^m,009 à 0^m,0045.

5° *Bergerz*, minerai très-pauvre, tenant seulement 2 à 3 p. 100 de galène, intimement mélangée avec la gangue, en sorte qu'il est nécessaire de broyer fin pour pouvoir obtenir, dans les différents appareils de la préparation mécanique, la séparation de la galène et de la gangue.

6° *Berg*, ou stérile. Il ne faut pas considérer l'expression *stérile* d'une manière trop absolue. L'expérience a depuis longtemps prouvé que toutes les parties des wände, provenant du voisinage des veines de minerai, contiennent une certaine quantité de galène disséminée en mouches invisibles. C'est même pour cette raison qu'on extrait toutes les parties abattues, qui en place sont au contact des veines métallifères. Il faut donc une grande attention de la part des ouvriers et des surveillants pour cette qualité stérile. Il faut recommencer de temps en temps des expériences sur des quantités assez grandes du *stérile* jeté, afin de s'assurer que la quantité de galène contenue n'est pas assez grande pour payer les frais de la préparation mécanique (1).

(1) Il convient de remarquer que la main-d'œuvre de la préparation mécanique n'est pas fort élevée, mais que les pertes en métaux au lavage sont d'autant plus fortes qu'il est nécessaire de broyer les minerais plus fin, et par suite que la galène est disséminée dans la gangue en mouches plus petites : pour la qualité réputée stérile, la perte au lavage ne serait certainement pas inférieure à 80 p. 100 des métaux contenus.

Nous avons supposé le cas très-simple d'un minérai contenant de le galène et des gangues légères : ordinairement les minerais sont plus complexes, et renferment de la blende, de la pyrite de fer, du cuivre pyriteux, du cuivre gris, des gangues lourdes, comme la baryte sulfatée et le fer carbonaté, dont la présence influe beaucoup sur la difficulté de la préparation mécanique, et sur le mode de traitement métallurgique des minerais préparés. Ces matières obligent à faire, au cassage et triage, un nombre beaucoup plus considérable de qualités différentes. Nous donnons dans le tableau suivant l'énumération des qualités différentes produites par le cassage et triage des minerais les plus complexes.

A. Stufferz bon à fondre.	1° Plombeux, ne renfermant que de la galène;	
	2° Plombeux-cuivreux, contenant de la galène avec une proportion plus ou moins grande de cuivre gris et de cuivre pyriteux;	
	3° Cuivreux, contenant du cuivre pyriteux mélangé de pyrite de fer;	
	4° Blendeux, ne renfermant que de la blende (1);	
B. Scheide stufferz, minerai qui doit être soumis au scheidage.	1° Plombeux, ne contenant ni cuivre pyriteux ni blende; on le divise encore en	α, minerais à gangues légères,
		6, minerais à gangues lourdes;
	2° Plombeux-cuivreux,	α, à gangues légères,
		6, à gangues lourdes;
	3° Cuivreux,	α, à gangues légères,
		6, à gangues lourdes;
	4° Plombeux-blendeux, dans lesquels la blende est le seul minéral mélangé à la galène en forte proportion. (2)	

(1) Cette qualité de minerai n'a pas encore été utilisée au Harz, par suite des conditions défavorables au traitement pour zinc, défaut de combustibles minéraux et de terres réfractaires.

(2) Cette division de la seconde qualité stufferz est rendue nécessaire, parce que les menus du scheidage doivent être soumis à la préparation mécanique, réunis aux minerais de même nature donnés par le cassage et triage.

C. Schurerz.

1° Plombeux, ne renfermant pas de cuivre pyriteux, divisé en plusieurs qualités, suivant la nature des gangues :
- α, argile, quarz, grauwacke, calcaire,
- β, fer carbonaté,
- γ, blende,
- δ, baryte sulfatée;

2° Plombeux-cuivreux, à gangue de
- α, argile, quartz, grauwacke, calcaire,
- β, fer carbonaté,
- γ, blende,
- δ, baryte sulfatée;

3° Cuivreux, à gangue de
- α, argile, grauwacke, quartz, calcaire,
- β, baryte sulfatée,
- γ, blende,
- δ, pyrite de fer;

D. Pocherz. On fait pour le pocherz les mêmes divisions que pour le schurerz.

E. Bergerz. Plombeux, à gangues de
- α, argile, quarz, grauwacke, calcaire,
- β, fer carbonaté,
- γ, baryte sulfatée,
- δ, blende.

Tous les fragments de bergerz qui renferment du cuivre sont considérés comme pocherz. On divise assez souvent le bergerz en deux qualités, l'une cassée et triée, l'autre très-pauvre, soumise au scheidage.

F. Berg, ou stérile.

Ainsi, dans le cas le plus simple, le cassage et triage ne donnent pas moins de six qualités différentes, et le nombre s'élève jusqu'à quarante-quatre, dans le cas le plus complexe, c'est-à-dire si on suppose réunies toutes les espèces minérales qui se trouvent dans les filons. Nous avons dressé le tableau précédent afin de bien faire ressortir l'importance que l'on attache au Harz au cassage et triage, et à la division en qualités, d'après la richesse des minerais et d'après la nature des gangues, division qui permet de livrer aux ateliers de préparation mécanique des minerais bien déterminés, par lesquels le mode de travail reste constamment le même.

On trouve quelquefois avantage à séparer les minerais à gangue exclusivement calcaire de ceux à gangue schisteuse; cette division se fait, par exemple, à St-Andréasberg pour les minerais du filon Andréas-Kreuz. Les sables stériles provenant des minerais calcaires peuvent être utilisés à la ville pour sabler les parquets des maisons, tandis que ceux des minerais argileux sont noirs et ne peuvent pas servir à cet usage. En outre, il est bien prouvé que les minerais calcaires donnent au bocardage une plus forte proportion de schlamms que les minerais argileux.

Cassage. Le cassage est fait avec des marteaux à manches longs de 0m,60, à têtes carrées aux deux bouts et pesant 1 kilog. et demi en moyenne. L'ouvrier est debout devant son tas de minerais cassés, dont la hauteur doit être, autant que possible, maintenue entre 0m,40 et 0m,60, afin que l'homme ne soit pas obligé à se courber beaucoup. Chaque casseur a une qualité spéciale, dont il doit former son tas. Les wände, ayant à peu près cette qualité, lui sont apportés à proximité ; il en prend successivement les morceaux, il les place sur son tas et les casse en fragments ayant au plus 0m,08 de côté, mais en général de grosseur telle qu'il puisse juger avec certitude de leur nature. Tous les fragments, ayant bien la qualité dont le casseur est chargé, sont laissés sur le tas; tous les autres sont jetés aux tas voisins, d'après leur nature, en sorte que tous les tas de minerais cassés se trouvent contenir chacun une qualité spéciale. Le stérile est déposé au même endroit par tous les casseurs, et n'est enlevé qu'après une visite minutieuse du contre-maître (Steiger).

Le nombre des ouvriers casseurs dépend de la

quantité de minerais à casser, mais encore plus du nombre des qualités différentes qu'ils doivent produire.

Scheidage.

Le cassage et triage donne deux ordres de produits qui doivent être soumis au scheidage ; ce sont : 1° le scheide-stufferz ; 2° le bergerz très-pauvre.

Le minerai riche, qui a besoin d'être soumis à un nouveau cassage et triage, est livré à de vieux mineurs, trop vieux ou trop infirmes pour pouvoir descendre dans les mines ; ils travaillent assis devant un banc de triage. Chacun d'eux se sert d'un tas en fer, sur lequel il tient d'une main le fragment à casser, qu'il frappe de l'autre avec un marteau à manche court, dont la tête est carrée d'un côté et bizeautée de l'autre. Il dirige les coups de manière à frapper sur la gangue, à côté des veines de minerai. Les petits morceaux de minerai pur sont portés aux magasins ; les menus du cassage sont mis de côté.

Les qualités différentes de scheide-stufferz étant traitées séparément, le scheidage donne très-facilement les produits suivants :

A. Stufferz, bon à fondre :	Plombeux, pur ; Cuivreux-plombeux ; Cuivreux pur ;
B. Schurerz, en menus du cassage :	Plombeux, Plombeux-cuivreux, Blendeux, Cuivreux.

Ces différentes qualités de schurerz sont envoyées aux ateliers de préparation mécanique qui traitent les minerais riches ; ils passent d'abord à l'appareil de classification, et ensuite au criblage.

Les minerais très-pauvres, bergerz, présentent assez souvent une disposition du minerai dans la gangue, telle que par un cassage et triage attentif on peut séparer une certaine quantité de stérile : les morceaux de cette nature sont soumis à un scheidage fait par des ouvriers plus habiles que ceux chargés du premier cassage et triage, mais présentant très-peu de différence dans l'exécution. Les produits sont ;

1° Du bergerz, de différentes qualités ;
2° Du berg, ou stérile véritable ;
3° Des menus du cassage.

Menus. Tous les menus du cassage extérieur et ceux du scheidage du bergerz sont jetés sur une grille inclinée, en fonte, dont les ouvertures carrées ont $0^m,03$ de côté. Cette grille sépare des menus véritables une certaine quantité de morceaux assez gros pour être triés à la main. Les menus sont envoyés à la préparation mécanique en même temps que le grubenklein : les morceaux sont triés à la main et divisés en schurerz, pocherz, bergerz et en berg.

Résultats. Il n'est pas inutile d'indiquer les quantités de travail que peut produire un ouvrier dans les différentes opérations que nous venons d'exposer.

Séparation des wände du grubenklein. Dans le cas assez défavorable, des minerais déchargés sur une halde de faible hauteur, un homme peut retirer les wände et les distribuer aux casseurs, environ 5 tonnes, chacune de 6 2/3 pieds cubes, dans une journée de dix heures de travail ; soit : $0^{mc},797$.

Cassage et triage. On admet généralement qu'un ouvrier casseur, prenant les wände à proxi-

mité de son tas, faisant le cassage et triage, peut produire dans une journée de dix heures :

		mét. cub.	
	1 1/2 tonne =	0,240	de schurerz cassé et trié,
ou bien	4 1/2 tonne =	0,717	de pocherz cassé et trié,
ou	3 1/4 tonne =	0,518	de bergerz cassé et trié.

Ces nombres se rapportent à des minerais ordinaires.

Scheidage. Les vieux mineurs chargés de cette opération travaillent avec peu de vigueur et d'énergie, aussi ne peut-on pas compter en général sur plus de 5 tonnes par semaine pour le travail d'un homme.

Mode de payement.

Tous les ouvriers casseurs et scheideurs sont payés à la journée ; ce mode de payement est le seul qui puisse convenir au travail qui leur est imposé. C'est par l'emploi de casseurs que débutent les jeunes garçons qui doivent devenir mineurs. Ils reçoivent un salaire de plus en plus élevé, à mesure qu'ils comptent un plus grand nombre d'années de service. Par semaine les jeunes garçons de quatorze à vingt ans gagnent :

	gros.	francs.	francs.
Pour la 1re année	9	1,404	
2e année	9 8/12	1,52	
3e année	10	1,56	
4e année	10 à 11	1,56	à 1,716
5e année	11 à 12	1,716	à 1,872
6e année	12 à 13	1,872	à 2,028
7e année	13 à 15	2,028	à 2,340

Les jeunes gens de plus de vingt ans peuvent gagner, quand ils sont devenus très-habiles, de 16 à 28 gros = 2f,496 à 4f,368.

Les vieux mineurs employés au scheidage reçoivent par semaine de 1 thaler à 1 thaler 1/2 =

3f,75 à 5f,63. Quelquefois cependant ils prennent le scheidage à l'entreprise à raison de 6 gros par tonne, soit près de 6 francs par mètre cube : un homme ne peut guère aller au delà de 1 mètre cube par semaine.

Les scheideurs pour le bergerz sont payés comme les bons casseurs de 3 à 4 francs par semaine.

Les minerais préparés par le cassage et triage sont mis en grands tas à l'air, excepté les stufferz bons à fondre, qui sont enfermés dans des magasins couverts. Ces derniers sont envoyés de temps en temps au bocard, sous les pilons duquel ils doivent être écrasés avant d'être fondus. Les autres qualités sont expédiées progressivement aux ateliers de préparation mécanique.

Observations sur le mode de cassage et triage. Les dispositions du cassage et triage que nous venons d'exposer présentent plusieurs inconvénients qu'il est bon de signaler. Le plus grave est certainement le mode de payement à la journée : les ouvriers n'ont aucun intérêt à faire beaucoup de travail, ni surtout à faire convenablement le triage. On ne peut les y contraindre que par une surveillance incessante, qui ne compense pas l'insouciance des ouvriers.

Un second inconvénient est la disposition même du triage. Les casseurs doivent effectuer la plus grande partie du triage définitif, puisqu'on ne soumet au scheidage ultérieur que le scheidestufferz et le bergerz pauvre. Il est évident que les casseurs, armés de marteaux à longs manches, ne peuvent, sans interrompre très-fréquemment leur travail, trier les fragments cassés avec un soin convenable, ni surtout pousser assez loin la division des fragments pour que chacun appartienne à une qualité bien déterminée.

Il est indispensable de soumettre au scheidage toutes les qualités produites par le premier cassage et triage, et aussi de donner toutes les parties du travail à l'entreprise, en intéressant les ouvriers à faire le plus possible des qualités qui présentent le plus grand avantage, c'est-à-dire le stufferz et le stérile, et ensuite, pour les qualités intermédiaires, à produire plus de schurerz que de pocherz, plus de pocherz que de bergerz. Les conditions essentielles ont été bien comprises au Hartz, et dès le commencement de 1850 on a essayé un nouveau mode de cassage et triage, remédiant aux deux inconvénients principaux que nous venons de signaler.

Nouveau mode de cassage et triage.

L'opération complète est divisée en deux opérations partielles : la première est un cassage et triage préliminaire des wænde en fragments de $0^{m},08$ environ, produisant les qualités précédemment indiquées : stufferz, scheide-stufferz, schurerz, pocherz, bergerz, berg ; la seconde est un scheidage ou cassage au marteau à manche court et triage définitif, s'appliquant aux qualités, scheide-stufferz, schurerz, pocherz, bergerz, données par la première opération, et produisant les qualités définitives : stufferz, schurerz, pocherz, bergerz, berg. Les deux opérations sont surveillées constamment par les steiger, et les différentes qualités produites doivent être reçues par un obersteiger avant d'être comptées aux casseurs, et avant d'être expédiées aux ateliers de préparation mécanique, ou aux usines.

Les ouvriers sont tous payés à l'entreprise, et le prix varie avec les qualités différentes des produits. Le stufferz et le stérile sont payés à un prix comparativement très-élevé; le schurerz est payé

davantage que le pocherz, et ce dernier que le bergerz.

Les résultats de ce nouveau mode de cassage et triage seront très-probablement les suivants : les frais de main-d'œuvre seront assez élevés, mais cette plus grande dépense sera compensée par la production d'une plus forte proportion de stufferz et de berg, de schurerz et de pocherz, et aussi par une plus grande homogénéité dans les qualités produites.

Il faudra probablement un temps assez long pour que les avantages de cette nouvelle méthode soient bien en évidence, parce qu'il résulteront d'une plus grande économie dans la préparation mécanique, d'une production plus grande en grenailles et schlichs préparés pour la fusion, comparées à une plus forte dépense en main-d'œuvre dans la première opération, cassage et triage (1).

(1) Les pertes en métaux dans les opérations diverses de la préparation mécanique sont d'autant plus grandes qu'on traite avec le minerai une plus forte proportion de gangues. Ainsi, pour les schurerz la perte en métaux ne dépasse pas 3 à 4 p. 1000. Pour le pocherz la perte s'élève à 8 et 9 p. 100. Pour le bergerz elle dépasse 20 p. 100. Il est bien évident, d'après cela, que le nouveau mode de cassage et triage, diminuant beaucoup la proportion de bergerz, doit diminuer en même temps la perte totale en métaux ; il ne faut cependant pas perdre de vue que la nouvelle méthode augmentera nécessairement beaucoup la proportion du berg, et comme cette qualité contient toujours une petite quantité de minerai, engagé dans la gangue en mouches imperceptibles, il en résultera une augmentation dans la perte, et une diminution dans la somme totale des frais de préparation, puisqu'on aura moins de minerais à préparer. En présence de ces avan-

Préparation mécanique des menus des mines et des différentes qualités provenant du cassage et du triage des Wände.

Les nombreux ateliers renfermant des cylindres broyeurs, des bocards et autres appareils de préparation mécanique, reçoivent tous des qualités bien constantes de minerais, en sorte que le travail reste toujours à peu près le même dans chacun. On traite séparément le grubenklein, et les produits du cassage des wände, schurerz, pocherz, bergerz, et par ces trois dernières espèces, les qualités qui diffèrent entre elles par la nature des matières métalliques et des gangues. La série des opérations est du reste à peu près la même; on procède toujours par broyages et criblages successifs.

Le travail est divisé en deux parties : travail d'été, travail d'hiver.

Pendant l'hiver on traite les matières les plus pauvres données par les différentes opérations de l'été. Cette division est rendue nécessaire par le

tages et de ces inconvénients, il est prudent de ne pas se prononcer entre la nouvelle et l'ancienne méthode, et d'attendre les résultats des expériences. On peut cependant citer une mine, par laquelle les résultats de la nouvelle méthode ne seront probablement pas très-avantageux : c'est celle de Bergwerkswohlfart, dans laquelle la galène est disséminée souvent en mouches invisibles, à une grande distance des veines apparentes. Pour la wände sortant de cette mine on ne pourra jamais faire qu'une très-faible proportion de stérile, et l'avantage de la nouvelle méthode de cassage résultera seulement d'une plus forte proportion de stufferz et de pocherz. Cet avantage sera nécessairement très-faible, parce que maintenant déjà le triage est fait avec un soin extrême.

manque d'eau pendant l'hiver : cette saison est tellement rude au Harz que l'eau des canaux et des étangs est souvent entièrement gelée.

Pendant l'été le traitement mécanique des produits du cassage des wände comprend les opérations suivantes :

1° Broyage aux cylindres ou sous les pilons des bocards, en réduisant les minerais en grains de la dimension la plus grosse, par lesquels on peut obtenir aux criblages une certaine proportion de grenailles bonnes à fondre;

2° Séparation par le moyen de l'eau des sables fins et des schlamms, produits par le broyage, des grains qu'il est possible de soumettre au criblage ;

3° Division des grains en un certain nombre de grosseurs au moyen d'un appareil de classification ;

4° Criblages des différentes grosseurs de grains, donnant une certaine proportion de stufferz, et des grains de deux ou trois richesses différentes ;

5° Nouveau broyage de ces grains plus ou moins pauvres, donnés par les criblages, en ayant soin que l'écrasement soit poussé d'autant plus loin que les grains sont plus pauvres ;

6° Séparation, au moyen de l'eau, des sables fins et schlamms, des grains bons à cribler ;

7° Division des grenailles en grosseurs, dans un appareil de classification ;

8° Nouveaux criblages des grenailles, séparation d'une certaine quantité de minerai bon à fondre ; et répétition de ces opérations successives, broyage, classification, criblage sur les grenailles pauvres, en écrasant en grains de plus en plus fins ;

9° Classement des sables fins et des schlamms

dans des caisses de débourbage, des labyrinthes et grands bassins de dépôt;

10° Traitement des sables aux caissons, aux caisses de débourbage, tables à toiles et cribles fins, en recueillant dans des bassins les schlamms séparés dans ces opérations;

Traitement des schlamms des labyrinthes sur de longues tables dormantes;

12° Traitement spécial sur des tables dormantes des boues fines, reçues dans les grands bassins de dépôt.

On ne fait pas de stérile. Tous les produits très-pauvres sont mis en dépôt pour le travail d'hiver.

Pour les menus des mines, le mode de préparation est assez peu différent.

Le grubenklein est traité d'abord dans un appareil, Rätterwäsche, dans lequel les schlamms et sables fins sont séparés des grenailles, et ces dernières classées en grosseurs. Les plus gros fragments sont soumis à un triage produisant les mêmes qualités que le cassage et triage des wände. Les grenailles moins grosses passent au criblage, et ensuite à la série d'opérations que nous venons d'exposer. Les sables fins et schlamms sont aussi traités comme il a été dit plus haut. Après cet exposé succinct nous allons décrire plus complétement la préparation mécanique des trois qualités, schurerz, pocherz, bergerz, et celle du grubenklein : nous indiquerons ensuite le mode de préparation des matières pauvres pendant l'hiver.

Préparation mécanique du schurerz.

Un atelier, qui traite la qualité dite schurerz, contient ordinairement : des cylindres broyeurs, avec leur tamis à secousses (rätter), leur roue élévatrice, la caisse de débourbage (durchlass) et les appareils de classification (séparations rätter);

Un bocard à trois batteries, avec l'appareil de classification ;

Les cribles pour les grenailles (setzmachine);

Les canaux de débourbage (schossgerenne), labyrinthes et les bassins de dépôt (sümpfen) ;

Six caissons (schlämm-gräben) ;

Une petite table à secousses (sichertrogg) ;

L'appareil de la table à toiles, comprenant; une caisse de débourbage (durchlass), un canal incliné à gradins (abfall-gerenne), et la table à toiles (plannenheerd, par abréviation planherd) des bassins de débourbage pour les sables sortant du planherd ;

Trois systèmes de tables dormantes (kehrherd), avec des bassins pour les schlichs et les schlamms plus ou moins riches ;

Plusieurs séries de grands bassins de dépôt pour recueillir les boues fines, entraînées par les eaux sortant des différents appareils.

Broyage. Les minerais arrivent sur un plancher au-dessus des cylindres broyeurs, et sont déchargés dans une trémie. Un ouvrier les fait tomber en temps convenable entre les cylindres, dont l'écartement est déterminé de manière à produire le plus possible de grenailles de 3/8 de pouce, $0^m,009$. Cet écartement varie avec la dureté des minerais et avec l'état d'usure des cylindres. Les minerais broyés tombent sur un rätter, dont les grilles présentent des ouvertures carrées de 3/8 de pouce, $0^m,009$. Les grains et les sables passent à travers les ouvertures, tandis que les fragments plus gros que $0^m,009$ tombent dans les augets de la roue élévatrice, qui les déverse sur le plancher supérieur ; on les charge de nouveau dans la trémie,

et ils passent encore une fois entre les cylindres. Tout le minerai est ainsi broyé à sec en grains et sables plus fins que 3/8 ou 0^{m}009. Avant de porter le minerai broyé à l'appareil de classification, il est nécessaire de bien mouiller toute la masse et de séparer autant que possible les schlamms et les sables fins : sans cette précaution la classification ne pourrait être que très-incomplète, parce qu'il y aurait une adhérence trop grande entre les sables fins imparfaitement mouillés et les gros grains. L'appareil dans lequel s'effectue cette opération préliminaire, mouillage et séparation des parties fines, est une longue caisse peu profonde, dans laquelle arrive un courant d'eau, et dont le fond est incliné en sens contraire du mouvement de l'eau. Elle communique par un canal souterrain avec un schossgerenne (canal de débourbage) et avec les labyrinthes. Les matières broyées à sec sont agitées à la pelle sous le courant d'eau, lequel doit être assez fort pour entraîner la plus grande partie des sables fins et schlamms. Les grains qui paraissent suffisamment lavés sont enlevés à la pelle et portés au séparations-rätter. Les sables et schlamms sont entraînés par l'eau et traités comme nous l'indiquerons plus loin. Débourbage.

Il faut en général deux rätter pour classer les grains donnés par un système de cylindres broyeurs. Les grilles en fil de fer et en laiton présentent des ouvertures carrées, de 1/12", 0^{m}002 et 3/16", 0^{m},0045. Une pluie d'eau tombe sur la plus grande partie de la surface et facilite l'action des secousses imprimées au rätter. On obtient les produits suivants :

1° grenailles n° 1, comprises entre 3/16" et 3/8", 0^{m},0045 et 0^{m},009.

2° Grenailles n° 2, comprises entre 1/12″ et 3/16″, 0m,002 et 0m,0045 1/5;

3° Sables fins plus petits que 1/12 de pouce, 0m002.

Les deux premiers produits sont portés aux cribles : les sables fins sont entraînés par l'eau dans le schossgerenne qui reçoit les produits analogues du durchlass.

Criblage et traitement des produits.

Les grenailles (graüpen) de 3/16 et 3/8 sont travaillées séparément sur des cribles (setzmachine), et donnent : 1° Trois produits sur la grille, pocherz à la surface, schurerz vers le milieu, stufferz sur la grille; 2° Au fond des cuves les sables fins qui peuvent traverser les ouvertures des grilles.

Les grenailles stufferz sont ordinairement assez riches pour qu'on puisse les expédier de suite aux usines; quelquefois cependant, dans le cas de minerais riches en argent et à gangue barytique, on les soumet auparavant à un triage à la main.

Les grenailles de schurerz sont reportées aux cylindres et écrasées jusqu'à la grosseur de 3/16, 0m0045 et soumis aux opérations précédentes; le criblage donne encore du stufferz et des fines grenailles de qualités schurerz et pocherz.

Les grenailles pocherz sont traitées comme celles de la qualité schurerz, mais séparément, et le plus souvent elles sont écrasées sous les pilons d'un bocard, avec une grille présentant des ouvertures carrées de 3/16, 0m0045. Les grenailles et sables qui traversent la grille sont entraînés par l'eau dans un canal de débourbage, puis dans un schossgerenne et le système des labyrinthes. Dans le canal de débourbage un ouvrier agite les matières à la pelle et retire les plus gros sables, tandis que

les sables plus fins et les schlamms sont entraînés dans les appareils suivants :

Les gros sables sont jetés sur un séparationsrätter, qui sépare les grains compris entre 1/12″ et 3/16″, 0m,002 et 0m,0045 des sables plus fins et et schlamms, que le débourbage ne peut enlever qu'incomplétement. Ces derniers se rendent au schossgerenne. Les grenailles sont criblées et donnent les produits suivants : stufferz ou schurerz, suivant la richesse des minerais, pocherz et bergerz.

Les grenailles pauvres données par les seconds criblages sont écrasées sous les pilons du bocard, jusqu'à la grosseur de 1/12″, 0m,002, et les produits de ce troisième bocardage sont entraînés par l'eau dans un schossgerenne et un labyrinthe. Les sables fins qui traversent les grilles, dans les criblages successifs, sont traités dans le canal de débourbage, en même temps que les minerais cylindrés ou bocardés.

Traitement des sables fins et des schlamms.

Les schlamms et les sables fins, donnés par les opérations précédentes, se rendent dans deux schossgerenne, l'un pour les produits des cylindres, l'autre pour ceux du bocard. Chacun de ces appareils de débourbage se compose essentiellement de deux canaux longs et peu profonds, dont le fond présente une inclinaisaison en sens contraire du mouvement de l'eau : le premier canal porte spécialement le nom de schossgerenne, le second celui de unterschossgerenne; ce dernier communique avec les labyrinthes.

Le mélange de sables plus ou moins fins et de schlamms, amenés par l'eau, est agité à la pelle dans les deux compartiments, de manière à faire entraîner par l'eau la plus grande partie des

schlamms. Les sables non entraînés sont enlevés à la pelle et déposés sur une aire à côté de l'appareil. On obtient par le débourbage et pour chacun des deux systèmes :

1° Des sables assez gros, retirés du schossgerenne ;

2° Des sables fins, retirés du unterschossgerenne ;

3° Les schlamms, entraînés dans les canaux du labyrinthe.

La classification produite de cette manière est bien loin d'être parfaite, et rend très-compliqué le traitement des sables.

Caissons (schlammgräben, schwänzelgräben).

Les gros sables sont traités d'abord sur des caissons, nommés schlammgräben, disposés par systèmes de trois. Les sables sont enrichis successivement sur le premier, sur le second et sur le troisième caisson ; après plusieurs lavages sur le dernier, on obtient du schlich bon à fondre. Le travail aux caissons produit en outre :

1° Des sables un peu fins, encore mélangés de schlamms, et assez pauvres, ou du moins qui renferment le minerai principalement en parcelles très-fines ; ces sables vont au débourbage et au travail du planherd ;

2° Des sables, mélangés d'une très-faible proportion de schlamms, nommés schwänzel ; ils proviennent des opérations faites sur le troisième caisson : ces schwänzel sont lavés de la même manière que les sables sur un nouveau système de trois caissons, schwänzelgraben ;

3° Dans les bassins disposés aux pieds des caissons, et qui communiquent avec le labyrinthe,

deux espèces de matières : α dans le premier bassin, des schlamms mélangés d'une petite proportion de sables entraînés hors des caissons ; ils sont passés au débourbage, qui précède le travail au planherd ; β des schlamms assez fins, travaillés sur le premier système des tables dormantes.

Les schwänzel sont traités sur les trois caissons tout à fait de la même manière, et donnent les produits correspondants, traités, séparément de ceux des premiers caissons, soit au planherd, soit aux schwänzel-gräben, soit aux tables dormantes.

L'effet de ces deux opérations compliquées est de séparer une certaine quantité de schlich bon à fondre, d'entraîner dans les bassins et au labyrinthe la plus grande partie des matières fines, et de donner pour l'appareil suivant des sables pauvres, ne contenant plus qu'une faible proportion de minerai à l'état de grains, et au contraire renfermant encore des paillettes très-fines de matières métalliques.

Travail du planherd.

L'appareil se compose de trois parties bien distinctes : la caisse de débourbage ou durchlass, le canal incliné avec gradins ou abfallgerenne, la table à toiles ou planherd.

Le durchlass est une caisse longue et peu profonde, disposée à peu près comme le schossgerenne, et communiquant d'abord avec quelques petits bassins de dépôt et ensuite avec le labyrinthe. L'abfallgerenne est un canal fortement incliné, long de plus de 20' = 5^m,760, dont le fond est taillé en gradins, dont chacun présente une pente contraire à l'inclinaison générale de l'appareil ; à la partie supérieure est une trémie pour le chargement des sables et pour recevoir l'eau né-

cessaire au lavage; le pied vient déboucher au-dessus de la tête de la table à toile.

La table à toile, longue d'au moins 20' $=$ 5^m,76, est munie d'une tête triangulaire, présentant quatre grands gradins analogues à ceux de l'abfallgerenne. Sur la surface de la table, on étend des toiles mobiles, qu'on lave de temps en temps dans trois cuves voisines.

Comme complément de l'appareil, on doit citer quatre bassins de débourbage, placés extérieurement à l'atelier, et communiquant avec les bassins de dépôt.

Les sables pauvres donnés par le travail des caissons sont débourbés dans le durchlass, sous un assez fort courant d'eau, et divisés par là en trois produits : 1° les sables les plus gros, mélangés encore de paillettes très-fines de minerai; 2° des sables plus fins, retirés du second compartiment du durchlass; 3° les schlamms, qui se déposent en partie dans les bassins, en partie dans les labyrinthes.

Les premiers sables sont retirés à la pelle du premier compartiment du durchlass, et chargés immédiatement dans la trémie de l'abfallgerenne. Les sables fins retournent aux caissons, et sont soumis à un traitement séparé. Les schlamms sont lavés sur les tables dormantes.

Les gros sables débourbés, chargés dans la trémie de l'abfallgerenne, sont soumis à l'action d'un courant d'eau assez rapide; les gros grains se déposent dans les gradins de l'abfallgerenne et de la tête du planherd, tandis que les grains les plus légers et les parties fines (mehltheile) sont entraînés sur la table à toiles et en partie dans les bas-

sins de débourbage. De temps en temps, on interrompt le chargement des sables, quand les toiles disparaissent sous les schlamms et sables déposés, on continue à faire arriver l'eau, on débourbe successivement les sables dans tous les gradins, en commençant par la partie supérieure; on travaille sur la table, pour faire couler tous les gros grains, puis on lave les toiles dans les cuves, pour en retirer les parties fines et riches arrêtées par les aspérités; on remet les toiles en place, on enlève les sables des gradins et on recommence le travail.

Dans les bassins de débourbage extérieurs, on facilite l'entraînement par l'eau de toutes les parties fines, en agitant les sables à la pelle, puis on enlève les sables bien débourbés et on les dépose sur une aire voisine.

L'ensemble de toutes ces opérations donne les produits suivants :

A. Du durchlass :	1° Les sables fins du second compartiment; 2° Les schlamms des bassins et labyrinthes;
B. De l'abfallgerenne et de la tête du planherd :	3° Des gros sables ne contenant plus de matières fines qu'en très-petite proportion et renfermant des grains de minerai pur;
C. Du planherd :	4° Du schlich pur provenant du lavage des toiles supérieures; 5° Du schlich impur, du lavage des toiles du milieu de la table; 6° Des schlamms mélangés de sables stériles, du lavage des toiles inférieures;
D. Des bassins de débourbage	7° Des sables très-pauvres, ne contenant plus de matières fines;
E. Des grands bassins de dépôt.	8° Des schlamms assez pauvres.

Ces produits différents sont traités ainsi qu'il suit:

1° Les sables fins du second compartiment du durchlass sont analogues aux sables du unterschossgerenne; on les traite, ainsi que nous le dirons tout à l'heure, soit sur un sichertrogg, soit

sur les schwänzelgräben, en employant très-peu d'eau dans le lavage;

2° Les schlamms recueillis dans les bassins sont assez riches; leur lavage réussit bien sur le premier système de tables dormantes.

3° Les sables des gradins de l'abfallgerenne et du planherd contiennent encore quelques grains de minerai plus ou moins pur et très-peu de matières fines; ils sont très-propres à être soumis au criblage; on les traite ordinairement sur deux cribles, et on obtient : α des sables riches, bons à fondre; β des sables pauvres, réunis à ceux des bassins de débourbage et mis en dépôt pour l'hiver; γ des matières fines, en petite quantité, qui traversent les grilles, mais qui forment aussi à la surface des lavées une couche extrêmement mince, ne pouvant traverser le sable pour descendre jusqu'à la grille; ces matières fines sont repassées au débourbage quand les grilles sont usées, et lavées aux tables dormantes quand les grilles sont neuves et ne laissent pas passer des grains.

4° 5° Le schlich n° 1, provenant des premières toiles, est assez riche pour être fondu; le schlich n° 2, provenant des toiles du milieu de la table, est ordinairement assez impur, et contient quelques grains stériles; comme le lavage serait fort difficile, on l'envoie ordinairement à l'usine, pour être fondu, sans chercher à l'enrichir davantage.

6° Les sables et schlamms des dernières toiles ne peuvent être traités que par un nouveau débourbage.

7° Les sables pauvres des bassins extérieurs sont amassés pour être bocardés aussi fin que possible. Cette opération est faite pendant l'hiver, ainsi

que toutes celles qui sont relatives aux matières très-pauvres, et qui exigent peu d'eau.

8° Les schlamms des grands bassins de dépôt sont lavés séparément sur des tables dormantes. Le lavage se fait ordinairement pendant l'hiver.

La complication de ces opérations successives, auxquelles on doit soumettre les sables du schossgerenne dans les appareils adoptés, est bien propre à faire concevoir des doutes sur l'efficacité de ces appareils. Nous reviendrons plus loin sur ce sujet, en donnant la description plus détaillée.

Les sables fins, retirés à la pelle de l'unterschossgerenne, sont plus mélangés de schlamms, et par conséquent beaucoup plus difficiles à traiter aux caissons. Dans quelques ateliers, on les soumet à la même série d'opérations que les sables du schossgerenne; mais plus généralement on leur fait subir un traitement spécial, sur un sichertrogg, ou petite table à secousses. Après plusieurs lavages ayant pour but, d'abord de séparer les schlamms, ensuite d'enrichir des sables fins, on obtient du schlich bon à fondre. Les autres produits du sichertrogg sont : 1° des sables assez pauvres, encore un peu mélangés de schlamms; 2° des schlamms entraînés au labyrinthe. Unterschossgerenne.

Les premiers peuvent être traités assez avantageusement comme schwänzel dans le second système de caissons. Les schlamms sont lavés sur des tables dormantes.

Un labyrinthe se compose d'une suite de canaux assez profonds, peu inclinés, dans lesquels on fait circuler les eaux qui tiennent en suspension les parties fines provenant des opérations que nous venons de considérer. Les schlamms se dé- Labyrinthes.

posent dans ces canaux, et pour une certaine vitesse de l'eau, d'autant plus vite que les grains sont moins fins et plus riches. Les parties les plus tenues et les plus légères sont entraînées dans des grands bassins placés à l'extérieur, et dans lesquels achèvent de se déposer tous les schlamms qui renferment assez de minerai pour qu'il soit avantageux de les laver.

Tables dormantes.

Toutes les matières fines recueillies dans les labyrinthes et dans les grands bassins de dépôt sont lavées sur des tables dormantes (kehrherd), après une division en trois catégories, d'après leur plus facile entraînement par l'eau, c'est-à-dire que les schlamms retirés des premiers canaux sont lavés sur un système de tables dormantes; les schlamms du milieu sur un second; les schlamms des derniers canaux sur un troisième.

Les boues retirées des bassins de dépôt sont lavées en partie pendant l'été, en partie pendant l'hiver.

Chaque table dormante présente vers son pied trois ouvertures transversales qu'on peut ouvrir et fermer avec facilité, et qui répondent à trois séries de bassins intérieurs, communiquant eux-mêmes avec les grands bassins extérieurs.

Les schlamms mis en suspension dans l'eau des caisses, au moyen de palettes fixées à un arbre de rotation, coulent dans des canaux communiquant avec les têtes des tables des différents systèmes.

Le travail est fait très-simplement; on peut l'expliquer en peu de mots, en le divisant en périodes :

1re période. On laisse couler sur la table l'eau chargée de schlamms, jusqu'à ce qu'elle arrive au

pied. A partir de ce moment, on arrête la lavée, et on ne fait plus couler sur la table que de l'eau claire.

2° période. On ouvre la première ouverture vers le pied; on fait écouler les parties stériles de la surface, en commençant le travail par la tête.

3° période. On ouvre la seconde ouverture; on travaille une seconde fois la lavée, en faisant écouler tout ce qui paraît stérile, et en ne laissant sur la table qu'une couche très-mince paraissant du schlich pur.

4° période. On ouvre l'ouverture supérieure, et on nettoie la table avec un balai en faisant tomber dans les bassins le schlich resté sur la table.

Les opérations recommencent ensuite dans le même ordre.

On obtient, par ce mode de lavage, plusieurs espèces de produits :

1° Dans les bassins correspondant à l'ouverture supérieure, du schlich de deux qualités, bon à fondre;

2° Dans les bassins de la seconde ouverture, des schlamms assez riches, divisés également en deux qualités, et qui sont soumis à un nouveau lavage, presque identique avec le premier;

3° Dans les bassins de l'ouverture inférieure, des schlamms pauvres qui doivent être soumis à un second lavage, plus rapide que le premier;

4° Les schlamms très-pauvres qui coulent par le pied de la table pendant le chargement, et qui, le plus ordinairement, sont recueillis dans des bassins pour être lavés de nouveau.

Les eaux qui sortent des grands bassins de dépôt tiennent encore en suspension une petite quantité de boues très-fines et très-pauvres; elles

sont perdues. On s'assure de leur pauvreté, en faisant couler les eaux sur deux longues tables très-peu inclinées. Quand toutes les opérations sont bien conduites, on ne voit se déposer sur ces tables qu'une quantité insignifiante de schlich tellement fin, qu'on ne pourrait pas le soumettre au traitement métallurgique. Quand, au contraire, les cylindres sont usés et produisent une forte proportion de schlamms, quand le lavage est fait sans les soins convenables, il se dépose sur les tables d'essai une quantité de schlich bien plus grande. Les tables servent ainsi d'indicateur constant de l'habileté et de la surveillance du steiger préposé au lavage.

Travail d'hiver. La série des opérations que nous venons d'exposer ne peut être appliquée que pendant la saison d'été, environ trente-quatre semaines par an. Pendant l'hiver, le froid est tellement vif, que les canaux gêlent presque complétement, et qu'il est fort difficile de se procurer de l'eau de lavage, et encore plus de l'eau motrice pour les roues hydrauliques. Pour cette raison, on met de côté pendant l'été tous les produits pauvres (after) dont le lavage exige peu d'eau. On ne met en mouvement qu'une batterie du bocard, et on écrase aussi fin que possible, ce qui s'appelle bocarder durch das afterblech. Les matières broyées sont traitées au schossgerenne, aux gräben, au planherd et aux kehrherd, à peu près comme il vient d'être dit.

On lave aussi sur les tables dormantes les schlamms les plus pauvres, des grands bassins de dépôt et provenant du travail de l'été. Pendant le travail d'hiver, on ne recueille pas de schlamms dans les bassins extérieurs.

Les huit ou neuf tables dormantes d'un atelier

ANIQUI

de schurerz ne suffisent pas ordinairement pour le lavage des schlamms; il faut, pour trois ateliers, une laverie spéciale contenant neuf tables dormantes. Dans les laveries, le travail est à peu près le même que celui exposé précédemment. La principale différence résulte de l'absence des bassins de dépôt extérieurs. Toutes les boues fines, qui ne se déposent pas dans les bassins intérieurs, sont entraînées par les eaux et perdues.

Les produits bons à fondre, donnés pour les opérations précédentes sont les suivants: Produits bons à fondre.

1° Grenailles et grains des criblages, nommés setz-stuff et setzschlieg;

2° Schlich des caissons, nommés grabenschlieg et schwanzelschlieg;

3° Schlich du sichertrogg, nommé untergerenneschlieg;

4° Schlich de la table à toiles, nommé grobgewaschenschlieg, n° 1 et n° 2;

5° Schlich des tables dormantes, nommé kehrherdschlieg, n° 1 et n° 2, et schlämschlieg.

Ainsi que nous l'avons dit précédemment, on traite séparément, et autant que possible dans des ateliers différents, les différentes qualités de schurerz; mais la série des opérations et le mode de travail restent les mêmes. Chaque qualité de schurerz livre aux usines une série de produits d'une qualité spéciale. Nous donnons dans le tableau n° 1 la série des opérations de la préparation des minerais de qualité schurerz.

Traitement du pocherz.

Les minerais provenant du cassage et triage des wände, dits pocherz, sont traités de la même ma-

nière et dans les mêmes ateliers que le schurerz. La seule différence est dans les proportions et les qualités des grains et grenailles donnés par les criblages.

Quand les minerais ne sont pas fort riches on obtient, après le premier broyage aux cylindres, au premier criblage, seulement du schurerz et du pocherz; il faut un temps assez long pour qu'on puisse réunir sur les grilles des cribles une certaine épaisseur de stuff, et les criblages donnent des grenailles très-pauvres de bergerz, qu'il faut mettre en réserve pour le travail d'hiver.

Traitement du Bergerz.

Les minerais pauvres du cassage et triage des wände, bergerz, sont traités souvent dans les mêmes ateliers que les schurerz et pocherz, quand ces deux qualités ne sont pas produites en quantités assez grandes pour maintenir les ateliers en travail continu : quelques ateliers cependant reçoivent exclusivement du bergerz.

Les appareils employés pour la préparation mécanique de cette qualité de minerai, sont :

Un bocard à trois batteries; un séparationsrätter;

Les cribles pour les grenailles;

Deux schossgerenne, labyrinthes et bassins de dépôt;

Deux systèmes de caissons, pour les sables et les schwanzel;

Un appareil de planherd, avec le durchlass et l'abfallgerenne;

Trois systèmes de tables dormantes.

On suit une marche identique avec celle que nous avons indiquée pour le schurerz, c'est-à-dire

qu'on procède par broyages et criblages successifs, en séparant après chaque broyage les sables fins et les schlamms, afin d'obtenir le plus possible de minerai bon à fondre à l'état de grenailles et gros sables, et afin de diminuer la production de schlamms, dont le lavage donne toujours lieu à une perte assez grande.

Tous les broyages se font sous les pilons des bocards : les cylindres ont été reconnus bien moins avantageux ; ils donnent une plus forte proportion de schlamms.

Le premier bocardage gros, röschpochen, est fait sur une sole horizontale et avec la grille à la poitrine du bocard ; les barreaux parallèles sont écartés de 3/8″ = 0m,009 ; le courant d'eau est assez fort pour entraîner rapidement les grains à travers la grille et les soustraire à l'action des pilons, dès qu'ils sont réduits aux dimensions convenables. Les minerais bocardés sont reçus dans un canal de débourbage en communication avec un système de schossgerenne, labyrinthes et bassins de dépôt. Premier bocardage.

Dans la caisse de débourbage les minerais bocardés sont agités à la pelle ; les grenailles et les gros sables sont enlevés et jetés sur un separations-rätter, tandis que les sables fins et les schlamms sont entraînés au schossgerenne. Le separations-rätter donne quatre classes de produits. Classification.

1° Grenailles plus grosses que 3/8″ = 0m,009 ; elles proviennent de la disposition de la grille du bocard, que peuvent traverser les grains aplatis dans un sens : ces grains sont retenus par les ouvertures carrées des grilles de l'appareil de classification.

2° Grenailles, comprises entre 3/8" et 3/16" = 0m,009 et 0m,0045.

3° Grains, compris entre 3/16" et 1/12" = 0m,0045 et 0m,002.

4° Sables et schlamms traversant la grille la plus fine de 1/12" = 0m,002. Ces derniers sont entraînés au schossgerenne en même temps que les sables et schlamms sortent de la caisse de débourbage.

Les trois grosseurs de grenailles et grains sont soumises à des criblages; ces opérations donnent comme produits:

1° A la partie supérieure des lavées, des grenailles très-pauvres, mises en dépôt pour être bocardées comme bergerz;

2° Des grenailles de la qualité pocherz, reportées au bocard, et broyées assez fin pour ne produire que des grains plus petits que 3/16" = 0m,0045, des sables et des schlamms;

3° Du schurerz, bocardé une seconde fois, et donnant un second bocardage des grenailles bonnes à cribler, comprises entre 3/16" et 1/12" = 0,m0045 et 0,m002;

4° Une très-petite proportion de minerai riche, bon à fondre;

5° Des matières fines traversant les grilles, recueillies dans les cuves, et qui sont envoyées au schossgerenne.

Second bocardage. Le second bocardage diffère du premier en ce que la sole du bocard est inclinée, en ce que la grille est latérale et non plus à la poitrine; la grille présente des ouvertures carrées de 0m,0045 = 3/16". Les matières bocardées sont débourbées dans un canal; les gros sables sont retirés à la pelle et chargés sur le separations-rätter.

Les produits sont : 1° des grenailles bonnes à cribler, comprises entre 3/16″ et 1/12″ = 0,0045 et 0m,002 ;

2° Des schlamms et sables fins, qui sont entraînés au schossgerenne.

Les grenailles donnent au criblage :

1° Des grains très-pauvres, mis en dépôt pour l'hiver, ou bocardés comme bergerz ;

2° Des grains de la qualité pocherz, soumis à un troisième bocardage ;

3° Des grains plus riches, de la qualité schurerz ;

4° Du stufferz en petite quantité, mais variable avec la qualité des grenailles soumises au second bocardage.

Troisième bocardage.

On doit soumettre à un troisième bocardage deux qualités de grains pauvres : on les bocarde séparément, sur une sole inclinée, et en forçant la matière à passer à travers une grille, dont les ouvertures carrées ont 1/12″ = 0m,002.

Le troisième bocardage donne seulement des produits pour le chossgerenne et les labyrinthes.

Traitement des sables fins et schlamms.

Le traitement des sables fins et des schlamms est fait absolument de la même manière que pour les minerais plus riches. Nous n'avons pas besoin de rappeler la série des opérations. On fait arriver dans deux schossgerenne différents les produits des bocardages des minerais et grenailles pauvres, et ceux des grenailles riches.

Dans les ateliers qui ne reçoivent que la qualité bergerz, on n'emploie pas ordinairement le sichertrogg pour les sables fins retirés du unterschossgerenne : le lavage est fait dans les caissons des schwänzel, avec une quantité d'eau moindre que pour les sables plus gros donnés par les schossgerenne.

Traitement des menus du cassage.

Le cassage et triage donne deux qualités différentes de menus :

1° Ceux qui proviennent du premier cassage et qui sont passés à travers une grille inclinée séparant les fragments assez gros pour pouvoir être encore triés à la main.

2° Les menus du scheidage du minerai riche; cette seconde qualité est beaucoup plus riche que la première, et on l'assimile ordinairement au schurerz.

Menus du cassage. Les menus du premier cassage et ceux du scheidage des bergerz, débarrassés des gros fragments, sont traités dans les ateliers de préparation mécanique qui reçoivent ordinairement le grubenklein, ou menus des mines. Le mode de traitement est le même que pour cette qualité de minerais, avec la différence qu'on ne fait au criblage aucune quantité de stérile, ou seulement une proportion extrêmement faible.

Menus du scheidage. Les menus du scheidage sont au contraire envoyés aux ateliers de schurerz, traités d'abord au durchlass et au separations-rätter des cylindres broyeurs, et se mélangent ensuite aux produits du cylindrage des schurerz.

Traitement du grubenklein.

Les menus des mines renferment des fragments de toutes dimensions, dont les plus gros atteignent 0^{m},10 de côté, mélangés de sables et boues. Ces matières proviennent des différentes parties des filons, de celles voisines des veines de minerai,

aussi bien que des roches entièrement stériles, que les convenances de l'exploitation obligent à abattre. Par là la nature du grubenklein diffère essentiellement de celle des wände, ce qui oblige à traiter le grubenklein dans des ateliers différents, bien que par des procédés analogues.

Un atelier de préparation mécanique du grubenklein renferme ordinairement les appareils suivants :

1° Un ou deux systèmes de rätter pour le débourbage et la classification en grosseurs des fragments, nommés rätterwäsche ;

2° Six cribles, pour le criblage des grenailles données par les rätterwäsche ;

3° Un bocard à trois batteries, avec son séparations-rätter ;

4° Quatre cribles pour traiter les grenailles provenant du bocardage gros ;

5° Deux systèmes de schossgerenne, l'un pour le bocard, l'autre pour les rätterwäsche ;

6° Deux systèmes de labyrinthes (schlammgerenne).

7° Deux systèmes de caissons ;

8° Deux cribles fins ;

9° Un appareil de planherd ;

10° Trois systèmes de tables dormantes ;

11° Quatre séries de grands bassins de dépôt (sümpfen).

La force motrice est ordinairement composée de :

Une roue hydraulique pour les bocards et leurs cribles ;

Une roue pour les rätterwäsche et pour les cribles subordonnés.

Le grubenklein est d'abord soumis au débourbage et au classement des fragments qu'il ren- Rätterwäsche.

ferme. Un système de rätterwäsche se compose essentiellement de deux rätter, inclinés en sens contraire, et d'une table de triage, nommée klaubtische.

Les rätter sont munis de grilles en fonte, en fils de fer et en fils de laiton, présentant des ouvertures carrées décroissantes de 5/4″ = 0m,03; 1″ = 0m,024; 5/8″ = 0m,015; 3/8″ = 0m,009; 3/16″ = 0m,0045, et 1/12″ = 0m,002.

La table de triage est en fonte et perçée d'ouvertures de 5/4″ = 0m,03 de côté.

On doit faire arriver sur la plus grande partie de la surface du rätter supérieur une pluie d'eau assez abondante, non-seulement pour bien mouiller le minerai, mais encore pour entraîner rapidement les sables fins et les schlamms, et empêcher leur adhérence aux gros grains.

L'appareil sépare d'abord les gros fragments, dont les dimensions sont supérieures à 5/4″ = 0,m03 : ils tombent sur la table en fonte et sont soumis à un triage, et au besoin à un scheidage, dans lequel on distingue toutes les qualités dont nous avons parlé pour les wände : celles qui ne présentent pas d'analogie avec la nature moyenne du minerai traité dans l'atelier, sont envoyés à ceux des ateliers voisins qui traitent les minerais semblables.

Les grenailles plus petites que 5/4″ = 0m,003 sont divisées en six grosseurs; bonnes à cribler :

1° Grenailles comprises entre 5/4″ = 0m,03 et 1″ = 0m,024;

2° Grenailles comprises entre 1″ = 0m,024 et 5/8″ = 0m,015;

3° Grenailles comprises entre 5/8″ = 0m,015 et 1/2″ = 0m,012;

4° Grenailles comprises entre 1/2″ = 0m,012 et 3/8″ = 0m,009;

5° Grenailles comprises entre 3/8″ = 0,m009 et 3/16″ = 0m,0045;

6° Grenailles comprises entre 3/16″ = 0m,0045 et 1/12″ = 0m,002.

Les schlamms et sables fins plus petits que 1/12″ = 0m,002 sont entraînés par l'eau au schossgerenne.

Ainsi, sans compter les qualités différentes produites par le triage et scheidage des plus gros fragments, une rätterwasche ne donne pas moins de sept produits différents immédiats.

Criblage.

Les six grosseurs de grenailles sont criblées séparément; chaque crible donne les produits:

1° Stérile: la proportion du stérile dépend nécessairement de la nature des minerais, mais elle est en général assez forte.

2° Bergerz. 3° Pocherz. 4° Schurerz.

5° Stufferz : en proportion variable avec la richesse des minerais; on obtient ordinairement plus de stufferz avec les grenailles plus petites que 1/2″ qu'avec les gros grains.

6° Les matières fines qui traversent les grilles. Ces matières sont assez riches et contiennent souvent des grains encore assez gros, surtout pour celles qui proviennent du criblage des grosses grenailles. La meilleure manière de les traiter est de les passer au separations-rätter du bocardage gros.

La qualité schurerz produite en quantité assez faible par le triage et scheidage, est envoyée à l'atelier de schurerz le plus rapproché. Elle est soumise aux opérations que nous avons précédemment exposées, ou bien elle est traitée comme la qualité pocherz.

Les autres qualités, pocherz et bergerz, sont traitées séparément dans l'atelier même et passées d'abord au bocard.

La suite des opérations est tout à fait la même que celle exposée précédemment pour le bergerz, provenant du cassage et triage des wande. Les produits sont aussi tout à fait pareils. On peut cependant remarquer une légère différence dans le premier bocardage des qualités pocherz et schurerz. La grille de la poitrine a les barreaux écartés de $3/4'' = 0^m,018$, mais cet écartement a été reconnu trop grand, et on ne donne plus habituellement que $1/2'' = 0^m,012$. Les autres bocardages sont faits avec des grilles latérales de $3/8''$ $3/16''$ et $1/12''$, comme dans les cas précédemment considérés. Nous donnons dans le tableau suivant la série complète des opérations pour les broyages et criblages.

Remarques générales.

On voit, d'après ces différents modes de traitement mécanique, que la série des opérations est à peu près la même pour toutes les qualités de minerais, et que les principes de la préparation du Harz peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

— Séparer par triage — cassage et scheidage — les minerais en qualités bien constantes, d'après leur richesse, le mode de dissémination des sulfures métalliques, la nature des minerais et des gangues, en sorte que chaque qualité puisse être préparée par les opérations les mieux appropriées à sa nature.

— Traiter séparément, et autant que possible dans des ateliers différents, les qualités différentes.

— Procéder par broyages progressifs, en séparant après chaque broyage les matières fines, classant les grenailles par grosseurs, soumettant ces

. — P

Stu
Sch
Poc
Ber de 3/16", paration
Ma

Stuff.
Schurerz.
Pocherz.
Bergerz.
Matières fin

Stuff.
Schurerz.

grenailles au criblage; pousser chaque fois le broyage à un point tel qu'on puisse obtenir dans les criblages une certaine quantité de minerai bon à fondre.

— Ne faire de stérile qu'avec beaucoup de réserve dans les minerais provenant des parties des roches voisines des veines métalliques.

— Traiter les mélanges de sables et schlamms en séparant autant que possible les sables des schlamms, afin de laver et enrichir séparément ces deux matières différentes.

— Recueillir les boues fines, entraînées par les eaux de lavage, dans des bassins; soumettre ces boues ou schlamms à un nouveau lavage sur des tables, et ne perdre en définitive que les parties tellement fines que le lavage ne pourrait en retirer que des schlichs trop fins pour être convenablement utilisés dans le traitement métallurgique.

— Ne réunir pour les soumettre aux mêmes opérations que les matières presque identiques, pour la richesse, pour la nature des gangues et des minerais, et pour la grosseur des grains.

Ces principes restent les mêmes, quels que soient les sulfures qu'on veut obtenir à l'état de schlich, ou de grenailles riches, quelles que soient les gangues. Les différences de nature des minerais métalliques et des gangues influent seulement sur le degré auquel il faut pousser chaque opération, sur les richesses des produits obtenus et sur la proportion des métaux perdus.

Travail d'hiver.

Les diverses opérations de la préparation mécanique exigent beaucoup d'eau et de force motrice, et comme pendant l'hiver l'eau manque presque complétement, on est forcé à diviser le travail en deux saisons : celle d'été, pendant la-

quelle se font les opérations précédemment exposées, en mettant de côté tous les sables, grenailles et schlamms très-pauvres ; celle d'hiver, pendant laquelle on n'emploie la force motrice que pour bocarder très-fin les matières pauvres, résidus du travail de l'été, et pendant laquelle on lave les matières fines avec très-peu d'eau, et sans recueillir les schlamms entraînés par l'eau, dans des bassins de dépôt.

Nous ferons encore une remarque : les gangues ne contiennent que peu d'argent, contrairement à ce qui se présente dans les minerais d'un grand nombre d'autres contrées ; la galène et le cuivre gris sont seuls argentifères ; aussi en diminuant autant que possible la perte en galène et cuivre gris, on évite en même temps la perte de l'argent. On peut donc pousser le lavage assez loin, et obtenir, pour les minerais plombeux, des schlichs assez riches.

Tables à secousses.

Les tables à secousses ne figurent pas parmi les appareils que nous avons indiqués ; elles paraissent avoir donné des résultats moins avantageux que les longues tables dormantes, dans plusieurs essais comparatifs, qui ont été faits à différentes reprises. Il est probable cependant que la question n'a pas été bien étudiée, car les tables à secousses sont au contraire reconnues bien préférables en Hongrie. La question sera du reste bientôt remise à l'étude par suite de l'adoption, qui sera faite sans doute prochainement, d'un appareil nouveau, employé depuis plusieurs années déjà à Schemnitz, et nommé le Spitzkasten-Apparat (appareil des caisses pointues).

Les Spitzkasten, destinées à remplacer les labyrinthes, ont été soumises à une longue expérimentation dans un des ateliers de la vallée de Zeller-

feld, et ont donné de très-bons résultats. Tous les ingénieurs qui ont dirigé ou étudié des ateliers de préparation mécanique, se sont rendu compte des graves inconvénients des labyrinthes, dans lesquels les matières fines, entraînées par les eaux, se déposent à des distances différentes, et sont classées à peu près par ordre de leur plus difficile entraînement par l'eau. Le classement est très-imparfait, parce que la quantité de matière en suspension dans l'eau est en général beaucoup trop grande pour la largeur des canaux.

Les schlamms, une fois déposés, doivent être enlevés à la pelle, déposés sur une aire voisine, puis chargés dans des caisses, dans lesquelles on tâche de remettre les matières fines en suspension dans l'eau en agitant fortement avec des palettes. Le résultat est toujours obtenu incomplétement; les schlamms forment fréquemment sur les tables des pelottes, qui nuisent à la régularité du lavage.

Pour obvier à ces inconvénients, imperfection et discontinuité, on a cherché à classer les schlamms et les faire arriver sur les tables sans les laisser se déposer; le problème paraît avoir été complétement résolu par M. Rittinger, ingénieur de Schemnitz.

L'appareil des spitzkasten se compose essentiellement de quatre caisses de forme pyramidale, de dimensions de plus en plus grandes, dans lesquelles on fait arriver successivement les eaux tenant en suspension les sables fins et les schlamms; la vitesse horizontale de l'eau dans ces caisses, maintenues constamment pleines, diminue beaucoup dans les premières, et devient de plus en plus faible dans les suivantes. Dans la

Spitzkasten.

première caisse les sables les plus lourds gagnent le fond pointu, tandis que les matières plus légères ou plus fines passent dans la seconde caisse. Dans celle-ci les parties les moins légères tendent à gagner le fond, etc. On détermine ainsi un classement assez parfait en quatre qualités différentes. Pour empêcher que les sables et schlamms se déposent au fond des caisses, on fait couler constamment une certaine quantité d'eau par des orifices ménagés aux fonds pointus; les eaux entraînent directement sur les tables de lavage les sables et schlamms qui ont gagné le fond des caisses. Nous reviendrons plus loin avec détail sur cet appareil.

L'adoption de ces caisses, en place des labyrinthes, entraînera probablement aussi celle des tables à secousses, qui sont les appareils les plus commodes pour le lavage des sables fins, et même des schlamms, classés par les Spitzkasten.

Dans un avenir assez rapproché on remplacera les rätter par des trommels. Ces derniers offrent deux grands avantages : ils exigent une force motrice bien moindre; ils donnent une séparation plus complète des sables fins et schlamms, et un classement beaucoup plus parfait pour les grenailles. Plusieurs expériences ont été faites au Harz sur les trommels; elles n'ont donné que de mauvais résultats, parce qu'on ne les a pas convenablement dirigées. Les avantages des trommels bien construits sont maintenant tellement connus, que nous n'avons pas besoin d'insister davantage sur ce sujet.

(*La suite au prochain numéro.*)

DESCRIPTION

De la préparation mécanique des minerais de plomb dans le Ober-Harz (suite);

Par M. E. RIVOT, ingénieur des mines.

CHAPITRE TROISIÈME.

DESCRIPTION DES APPAREILS EMPLOYÉS DANS LES ATELIERS DE PRÉPARATION MÉCANIQUE DES MINERAIS DE PLOMB.

Cylindres broyeurs.

Nous allons maintenant considérer avec plus de détails les différents appareils dont nous avons parlé; nous ferons connaître, à l'aide de planches, leur disposition ordinaire ; nous indiquerons pour chacun d'eux le mode de travail et les résultats obtenus.

Les bocards étaient autrefois seuls employés dans le Harz. Vers 1825, les cylindres broyeurs ont été proposés pour les minerais riches par M. le Pochverwalter Hillegust ; les premiers ont été construits vers 1832 par M. Jordan ; vers 1835, l'emploi des cylindres a été définitivement adopté, à la suite de longues expériences établissant leur avantage marqué sur les bocards, au moins pour les minerais un peu riches. Cet avantage est maintenant assez contesté, et de nouvelles expériences tendraient à prouver que les bocards sont toujours plus avantageux, en ce qu'ils donnent en moyenne une moins forte proportion de schlamms.

Tous les cylindres broyeurs du Harz sont disposés de la même manière ; cette disposition commune est représentée dans les *fig.* 1, 2, 3, 4 de la *Pl. VI*.

Les parties principales sont :

A. Les cylindres, avec leurs contre-poids, transmission de mouvement, trémie de chargement, etc.

B. Le rätter sec, disposé sous les cylindres, et dont la fonction est de séparer les fragments trop gros pour passer aux opérations suivantes ;

C. La roue élévatrice, qui doit remonter au niveau de la trémie de chargement les morceaux trop gros, ne traversant pas les grilles du rätter sec.

A. Les deux cylindres en fonte *aa* ont 15″=0m,36 de diamètre, et 18″=0m,432 de longueur ; ils sont disposés parallèlement et à la même hauteur, d'environ 3 mètres au-dessus du sol de l'atelier. Chacun d'eux se compose d'un manchon en fonte, traversé par un axe carré en fer ; cette disposition est commode, d'un côté pour la transmission du mouvement, et d'un autre pour le remplacement des cylindres, dont les surfaces s'usent très-rapidement. Les axes des cylindres reposent sur des coussinets portés par deux systèmes parallèles, en fonte, boulonnés à des traverses en bois et solidement établis.

Les systèmes en fonte sont représentés en élévation en *bb*, *fig.* 1 et 4, *Pl. VI*. Chacun d'eux se compose de deux montants principaux réunis à la partie inférieure par une base à peu près prismatique, fondue d'une seule pièce avec eux. La surface de cette base est horizontale et porte une nervure longitudinale qui pénètre dans des rainures correspondantes ménagées dans les coussinets des cylindres, et sert à les maintenir en place.

Un des cylindres est fixe dans sa position et ne peut que tourner autour de son axe ; l'autre, au contraire, doit pouvoir se rapprocher et s'écarter

du premier. On arrive assez facilement au résultat, en appuyant, de chaque côté, le coussinet du premier cylindre contre un des montants, interposant entre les coussinets des deux cylindres une cale en fonte, et appuyant le coussinet du second cylindre contre cette cale au moyen d'un levier coudé *d d* (*fig.* 4) sollicité par un contre-poids *e*.

Les deux systèmes de leviers coudés et contre-poids doivent être parfaitement pareils, afin d'agir bien également sur les deux coussinets du cylindre mobile. Les contre-poids peuvent être placés à différentes distances des points fixes des leviers, et par cette disposition on peut faire varier à volonté la puissance qui maintient les cylindres à la distance fixée par les cales. Quand des morceaux de roches trop dures viennent s'engager entre les cylindres, les contre-poids sont soulevés et le cylindre mobile peut s'écarter du cylindre fixe. Pour chaque nature de minerais le surveillant doit choisir des cales de manière à ce que l'écartement normal des deux cylindres ne soit pas moindre que les grosseurs des plus grosses grenailles qu'on veut obtenir pour le criblage. Cette condition est assez difficile à remplir quand les cylindres sont un peu usés. Les contre-poids doivent aussi avoir une énergie variable avec la nature des minerais : plus les minerais sont durs, plus les contre-poids doivent être lourds et placés à une grande distance des axes de rotation des leviers.

Les coussinets ne s'élèvent qu'un peu au-dessus des axes des cylindres; les axes sont recouverts par deux barres horizontales *f* (*fig.* 4), engagés dans deux montants et traversant les deux autres. Ces traverses sont très-incommodes, non pas dans la manœuvre ordinaire, mais quand il faut chan-

ger les cylindres, ce qui arrive à peu près tous les quinze jours; en outre, elles remplissent très-mal leur but, qui est de couvrir les tourillons et empêcher les minerais de s'engager dans les coussinets.

La transmission de mouvement de l'arbre de la roue hydraulique aux cylindres est représentée *fig.* 2. L'arbre de la roue, A, est prolongé en *m* et assemblé au moyen d'un manchon avec l'axe du cylindre fixe. L'arbre *m* transmet par un engrenage le mouvement à l'axe *n*, assemblé par manchon à l'axe du cylindre mobile.

B. La disposition du rätter placé sous les cylindres est suffisamment indiquée en *p*, *p*, *fig.* 1 et 2. Les grilles sont en fils de fer et présentent des ouvertures de 3/8″=0^m,009, ou de 5/8″=0^m,015. La *fig.* 1 représente le mode de transmission le plus ordinaire de l'arbre de la roue hydraulique au rätter.

Le levier supérieur soulève le rätter de 6″ environ et le laisse retomber de tout son poids sur un madrier fixe *q*. Les secousses produites de cette manière, se transmettent inégalement dans la longueur du rätter, qui tourne autour de l'axe horizontal *r*, et dont la partie inférieure seule est soulevée de 6″= 0^m,144. Les grilles occupent une longueur de 7′ = 2^m,016; leur largeur est de 2′=0^m576. La profondeur de la caisse 10″=0^m24. L'inclinaison varie de 3 à 5″ par pied. La caisse du rätter se prolonge à 0^m50 au delà de la dernière grille, avec un fond plein, et s'avance jusque vers le milieu des augets de la roue élévatrice.

La roue hydraulique, motrice de tout le système, fait de 14 à 18 tours par minute: les cylyndres font exactement le même nombre de révolutions; le rätter est soulevé de 54 à 42 fois par minute.

Le rätter sec, ainsi disposé, présente les inconvénients de tous les rätter. Les chocs violents font sauter obliquement les gros grains, dont une bonne partie vient tomber dans la roue élévatrice, bien que leurs dimensions soient inférieures aux ouvertures des grilles du rätter. Ces grains doivent passer une seconde fois entre les cylindres, ce qui augmente notablement la proportion des schlamms produits par le cylindrage.

Il faut à chaque levée soulever tout le poids de l'appareil, ce qui exige inutilement une force motrice notable.

C. La roue élévatrice est représentée en plan et en élévation dans les *fig.* 1, 2, 3, de la *Pl. VI.* Elle se compose de deux couronnes, d'une jante pleine et d'augets intérieurs, en bois. Les quatre bras qui portent la roue sont extérieurs, et la transmission de mouvement se fait aussi par l'extérieur : ces dispositions permettent de faire avancer dans l'intérieur de la roue, la partie inférieure du rätter, et le plancher supérieur, au niveau de la trémie des cylindres. Les minerais qui doivent être soumis à un second broyage tombent facilement d'eux-mêmes dans les augets de la roue, et ensuite de ces augets sur le plancher.

Les dimensions principales de la roue sont :

Diamètre.	15'	$= 4^m,32$
Largeur.	2' 4''	$= 0^m,672$
Profondeur des augets.	8''	$= 0^m,192$

Sa vitesse de rotation est le tiers de celle de la roue hydraulique.

Le service des cylindres broyeurs exige : Personnel.

2 ouvriers pour le chargement et la manœuvre de la porte de la trémie ; on avait adopté autrefois

une transmission de mouvement pour ouvrir et fermer alternativement la porte de la trémie, mais on a renoncé à cette disposition :

2 gamins pour enlever les minerais broyés qui ont traversé les grilles du rätter, et les porter à la caisse de débourbage.

Force motrice. La force motrice nécessaire aux cylindres, au rätter et à la roue élévatrice, n'a pas été déterminée par des expériences directes; on l'évalue à 7 ou 8 chevaux. Elle dépend nécessairement de la dureté plus ou moins grande des minerais, et de la vitesse de rotation imprimée aux cylindres.

Les cylindres du Harz sont coulés en fonte assez dure, mais s'usent très-rapidement quand les gangues des minerais sont de grauwacke, ou renferment beaucoup de quartz; l'usure commence ordinairement aux angles, mais devient très-rapide vers le milieu, qui se creuse de sillons profonds, donnant aux cylindres unis une apparence analogue à celle des cylindres à ogives employés dans la fabrication du fer.

Il y aurait certainement avantage, tant pour la quantité de minerais écrasés que pour la qualité des grenailles produites, à employer des cylindres moins longs et d'un diamètre plus grand, ainsi que l'usage en est maintenant adopté en Angleterre; il faudrait une force motrice d'autant plus grande que le diamètre serait plus fort.

Cylindres cannelés. On a installé dans quelques ateliers du Harz des cylindres broyeurs cannelés, destinés à remplacer une partie du cassage à la main. Leur disposition est tout à fait la même que celle des cylindres unis, sauf la roue élévatrice et le rätter, qui ne peuvent être employés pour de gros fragments. Les cylindres cannelés ne peuvent servir

que pour les minerais à gangues tendres, par exemple pour les minerais exclusivement barytiques de la Bergwerkswohlfahrt. Ils ont le grave inconvénient de s'user avec une grande rapidité, et de plus ils ne conviennent pas aussi bien que le cassage à la main, pour séparer le plus possible de minerai riche par le triage : aussi leur emploi n'est-il pas généralisé au Harz.

Résultats.

Nous terminerons ce qui concerne les cylindres broyeurs en donnant quelques exemples des quantités de minerai écrasées dans un certain temps, et les résultats comparatifs obtenus dans le broyage aux cylindres et aux bocards.

A Lautenthal, pour des minerais renfermant galène, blende, cuivre pyriteux, calcaire blanc lamelleux, argile schisteuse, très-peu de quartz et de grauwacke ; le rätter sec ayant des grilles de 3/8″ $=0^{m},009$, pour le premier broyage des minerais provenant du cassage et triage des wände ;

On passe facilement entre les cylindres, dans une journée de dix heures, un treiben, soit 40 tonnes $=6^{mc},368$, soit près de 10,000 kilog.

Au bocard n° 1 de la vallée de Clausthal, pour des minerais moins blendeux, mais analogues pour la dureté à ceux de Lautenthal, on peut aussi écraser aux cylindres broyeurs 1 treiben $=$ $6^{mc},368$ dans une journée ; les ouvertures des grilles du rätter ont aussi $0^{m}009$.

A l'atelier de la Bergwerkswohlfahrt, pour des minerais à gangue de quartz et sulfate de baryte, on obtient un résultat moyen à peu près égal, environ 1 treiben $=6^{mc},368$ en une journée de dix heures.

Avec les minerais des filons du Zellerfelder Haupt-zug, plus quartzeux et plus durs, on n'ob-

tient pas plus de 30 tonnes, soit $4^{mc},77$, et les cylindres sont remplacés une fois au moins en deux semaines. Il est bien évident que pour ces minerais essentiellement quartzeux les cylindres broyeurs n'auraient pas dû être employés. Dans le second broyage aux cylindres, des graupen provenant des criblages, on peut passer une quantité de minerai plus grande, et au moins double, de 12 à 15 mètres cubes en 10 heures de temps.

Expériences. Les cylindres broyeurs ont été définitivement adoptés vers 1835, à la suite d'expériences faites sous la direction de M. l'ingénieur Ey, au bocard de la mine Dorothée, près de Clausthal. Ces expériences ont eu pour but de comparer les quantités des produits de différente nature, obtenus dans les broyages successifs, en employant :

1° Les cylindres pour les deux premiers broyages et les bocards pour les deux derniers;

2° Les bocards pour les quatre broyages successifs; et en opérant dans les deux cas sur les quantités égales de minerais de la mine Dorothée, aussi bien pareils que possible.

Les minerais, de la qualité dite schurerz, provenant des cassage et triage des wände, étaient en fragments de 1 1/2 à $2'' = 0^m,036$ à 0^m048 : ils contenaient, comme seule matière métallique, la galène; comme gangues, du quartz, du calcaire, de l'argile schisteuse et de la grauwacke. On pouvait les considérer comme des minerais de dureté moyenne.

On a broyé aux cylindres pour la première fois avec une grille dont les ouvertures avaient 3/8"—; pour la seconde fois (grenailles provenant du criblage) avec des ouvertures de grilles de 3/16". Des sables pauvres donnés par les opérations du

lavage ont été bocardés avec une grille présentant des ouvertures de 1/12″— ; enfin les matières les plus pauvres ont été bocardées très-fin (durchs afterblech)—, avec des ouvertures de grille de 1/20″.

Pour le travail au bocard on a adopté les mêmes dimensions 3/8″—3/16″—1/12″ pour les trois premiers bocardages et l'afterblech pour le dernier.

Afin d'avoir des résultats plus exacts on a déterminé la proportion d'humidité dans les minerais soumis aux expériences.

Les 900 centner de minerais humides contenaient 895^c,61 de minerai sec.

Travail aux cylindres.

	centn. (matières).
Les 895^c,61 ont donné pour le second broyage. .	334,90
On a dû ensuite soumettre au premier bocardage fin.	272,04
Et au dernier bocardage.	366,55

Travail au bocard.

	centn.
Les 895^c,61 ont donné pour le second bocardage.	336,13
On a dû soumettre au bocardage fin.	243,93
Et au dernier bocardage.	302,87

En faisant les essais par plomb et argent des produits obtenus dans les différentes opérations, on est arrivé aux résultats suivants :

Travail aux cylindres.

	argent. marcs.	lotb.	plomb contenu dans les produits. centner.
1° Du premier cylindrage. . . .	58	14 3/4	187.336
2° Du deuxième cylindrage. . .	8	7/8	27,525
3° Du premier bocardage fin. .	4	1 2/8	13.553
4° Du dernier bocardage. . . .	3	3 1/8	10.423
	69	4 1/2	238.837

Travail au bocard.

	marcs.	loth.	centner.
1° Du premier bocardage gros. .	54	15 3/4	197.518
2° Du deuxième bocardage gros.	5	4 7/8	18.625
3° Du premier bocardage fin. .	2	8 7/7	8.623
4° Du dernier bocardage. . . .	2	15 1/8	9.892
	65	12 5/8	234.658

L'avantage, au point de vue des métaux contenus dans les produits obtenus, a été, en faveur des cylindres ;

		kil.
Argent.	3 marcs 7 loth. 7/8 ou	0,875
Plomb.	4 centn., 179	204.771

D'un autre côté le travail aux cylindres a exigé plus de main d'œuvre : il a fallu :

Travail aux cylindres.	1.781 heures 22/24
Travail aux bocards.	1.700 heures 7/24

On a déduit de l'ensemble des résultats l'avantage des cylindres broyeurs, et on les a mis en pratique pour tous les minerais de qualité schurerz, quelle que fût la nature de la gangue. Il serait facile de discuter ces résultats, et de prouver qu'on ne peut en déduire aucune conséquence, ni en faveur des cylindres ni en faveur des bocards. Mais cette discussion serait inutile. La question des cylindres a été bien étudiée, depuis plusieurs années, en Angleterre et en Belgique ; on sait qu'il faut employer des cylindres courts et à grand diamètre, pour broyer les minerais un peu riches, à gangues non quartzeuses, pour lesquelles on veut obtenir beaucoup de grenailles et peu de matières fines. Dans le cas des gangues quartzeuses, de minerais pauvres, qu'il est nécessaire d'écraser assez

fin, les bocards sont reconnus plus avantageux, ou mieux, plus économiques.

Il faudrait donc, dans les différents ateliers du Harz, déterminer le choix entre les cylindres et les bocards, d'après la nature des gangues et d'après le mode de dissémination du minerai.

Si on voulait décider par expérience, si pour un minerai déterminé les cylindres sont plus avantageux, il faudrait partager ce minerai entre deux ateliers, l'un contenant une paire de cylindres, l'autre seulement des bocards, continuer l'expérience pendant un temps assez long, par exemple une année; on ferait ensuite le compte total des frais de toute nature dans les deux ateliers, et en comparant ces frais à la valeur des produits obtenus, on aurait une comparaison bien certaine.

Il ne faudrait pas, comme dans les expériences précédemment indiquées, donner les mêmes dimensions aux grilles, pour les cylindrages et bocardages correspondants, mais bien placer chacun des deux appareils dans les circonstances les plus convenables, et comparer les résultats définitifs sans avoir égard aux produits intermédiaires.

Bocards.

Les bocards sont employés pour les broyages successifs des minerais et grenailles. Dans chaque opération, on cherche à écraser jusqu'à une limite déterminée, en soustrayant autant que possible les matières à l'action des pilons, dès qu'elles ont des dimensions plus petites que la limite; on évite par ce moyen, ou plutôt on diminue la proportion des schlamms, qui, dans les lavages ultérieurs, donnent lieu à des pertes fort grandes.

Un bocard contient ordinairement trois batteries, chacune de trois pilons, et affectée à un broyage spécial. Ainsi, dans les ateliers qui ne renferment pas de cylindres broyeurs, la première batterie est destinée aux bocardages gros; la seconde, au bocardage moyen; la troisième, aux bocardages fins. La première a la sole horizontale et la grille à la poitrine; les autres ont les grilles disposées latéralement (voir *Pl. VII, fig.* 1, 2, 3).

Nous considérerons successivement les opérations faites au bocard, et nous ferons ressortir l'influence des éléments dont on peut disposer pour obtenir un écrasement plus ou moins complet, tels que le poids des pilons et leur levée; la disposition horizontale ou inclinée de la sole; la position des grilles; la grandeur de leurs ouvertures; la distance que les minerais ont à parcourir sous les pilons avant de sortir de l'auge; la distance des sabots aux parois; la quantité d'eau.

Nous ne parlerons pas de l'écrasement des minerais bons à fondre, provenant, soit du cassage et triage des wände, soit des premiers cribles : l'opération a simplement pour but d'amener les minerais à une dimension commode pour les prises d'essai et le traitement métallurgique; et la disposition des parties du bocard n'a pas la même importance que pour le broyage des matières pauvres.

Premier bocardage gros. (Erstes röschpochen.) Les minerais pauvres donnés par le cassage et triage des wände et du grubenklein sont soumis à un premier bocardage, qui doit produire le plus possible de grenailles pour le criblage. Pour que l'opération ait son utilité, il faut que les dimensions des grenailles, obtenues en proportion do-

minante, soit telle que les criblages puissent séparer une quantité convenable de minerai bon à fondre; l'écrasement doit donc être poussé d'autant plus loin que les minerais sont plus pauvres et contiennent la galène plus finement disséminée dans les gangues. Pour la qualité pocherz, la dimension des grenailles donnant au criblage du minerai bon à fondre est celle de 3/16″ à 3/8″ = $0^m,0015$ à $0^m,009$. C'est donc cette grosseur qu'il faut chercher à obtenir en plus forte proportion. L'expérience a indiqué qu'il faut, dans ce but, donner à la grille des ouvertures bien plus grandes, 1/2″ et même 3/4″ = $0^m,012$ et $0^m,018$. Avec des ouvertures de 3/8″ = $0^m,009$, on obtiendrait la majeure partie des grenailles entre 1/12″ et 3/16″ = $0^m,002$ et $0^m,0045$, dimension convenable pour les minerais de qualité dite bergerz, c'est-à-dire très-pauvres.

La disposition de la batterie est représentée *Pl. VII, fig.* 1, 2, 3. Les minerais sont chargés à la pelle dans la caisse *a*, dont le fond est incliné, et qui reçoit de l'arbre des cames un mouvement saccadé; ils tombent sous les pilons en glissant sur la paroi un peu inclinée. L'eau arrive par le canal *b* et pénètre en nappe par un déversoir qui occupe toute la longueur de l'auge.

Les minerais broyés sont entraînés par l'eau au travers de la grille *c*, disposée à la poitrine, au niveau de la sole, et sont conduits par le plan incliné *d* au canal de débourbage.

Les dimensions des parties principales sont les suivantes :

Les flèches de pilons, en sapin, à section carrée, ont 8″ 1/2 = $0^m,204$ de côté, 14′ = $4^m,032$ de hauteur; les sabots ont la forme d'un dé prisma-

nous venons de parler, ne donnerait pas de bons résultats; ces minerais pauvres sont soumis au bocardage avec grille de 3/8″ = 0m,009; avec une disposition un peu différente pour la batterie.

Les pilons sont moins lourds, les flèches ont 14′ = 4m,032 de longueur, et 7″ = 0m,168 de côté : les sabots n'ont plus que 8″ = 0m,192 et ne pèsent que 58 à 60 kilogrammes. La levée est de 8″ = 0m,192 (dans le cas des sabots neufs) et le nombre des levées par minute, pour chaque pilon, 42 à 54. Les sabots sont écartés de 1″1/2 = 0m,036.

La sole, composée toujours de deux plaques de fonte superposées, est un peu inclinée; la différence de niveau du premier au dernier pilon est de 1″1/2 = 0m,036.

L'auge est fermée à la poitrine et limitée d'un côté par un des montants, de l'autre par une grille carrée, écartée de 10″ = 0m,24 du second montant. La largeur de l'auge est 10″ = 0m,24 au niveau de la sole et 13″ = 0m,312 en haut. La grille est formée d'un cadre en fer, carré, encastré dans les parois de l'auge, et portant des fils de fer croisés à angle droit, les ouvertures pour la sortie des minerais ont 3/8″ = 0m009 de côté, en négligeant les diamètres des fils de fer. La grille est placée au niveau le plus élevé de la sole, à une distance de 8″ = 0m,184 du dernier pilon, blechstempel.

Le pilon inférieur, nommé erzstempel, est lui-même éloigné du montant correspondant de 15″ = 0m360. L'eau et les minerais sont introduits dans cet espace, l'eau par un canal en bois et les minerais à la pelle.

Par suite de cette disposition les minerais doivent être entraînés par l'eau successivement sous les trois pilons et jusqu'à la grille, que traversent les grenailles suffisamment fines. Elles sont reçues, entre la grille et le montant, dans un canal incliné, qui les conduit à la caisse de débourbage.

L'épaisseur des minerais sous les pilons et le temps d'action de ces derniers, sont bien plus grands que dans la première disposition, avec la grille à la poitrine, et d'autant plus que la quantité d'eau est moindre. C'est au steiger à régler l'eau d'après la pauvreté et la nature du minerai; de manière à obtenir une proportion plus ou moins forte de grenailles de 3/16″. Cette dimension étant toujours celle produite en majeure partie avec la grille de 3/8″ par les ouvertures.

La distance du dernier pilon (blechstempel) à la grille a une grande influence sur la proportion des schlamms produits dans le bocardage. Les grains arrêtés par la grille ne retombent pas immédiatement sous les pilons, et peuvent être de nouveau entraînés par l'eau, quand ils sont assez petits, jusqu'à ce qu'ils aient traversé les ouvertures. Les trop gros grains seuls peuvent rétrograder et revenir sous les pilons. La distance 8″, précédemment indiquée, est du reste assez grande pour que la majeure partie des grains trop gros ne soit pas amenée jusqu'à la grille, si le steiger surveille convenablement l'arrivée de l'eau.

Les grenailles pauvres, données par les criblages des minerais bocardés pour la seconde fois, et par les premiers criblages des fines grenailles, Premier bocardage fin. (Erstes feinpochen.)

sont écrasées de nouveau par une batterie spéciale, dont la disposition est pareille à celle que nous venons d'exposer en dernier lieu. Ces qualités de minerais ne peuvent donner, par un nouvel écrasement, qu'une très-faible proportion de grenailles bonnes à cribler; on doit chercher à les réduire autant que possible en sables dont les grains aient environ 1/12″ = 0m,002, de côté. Dans ce but on donne 3/16″ = 0m,0045 aux ouvertures carrées de la grille (1).

Les pilons ont les dimensions précédemment indiquées; le premier est écarté du montant de 1′ = 0m,288, et du dernier à la grille la distance n'est que de 6″. La sole est inclinée de 2″1/2 = 0m,060, du premier au dernier pilon.

La quantité d'eau est moindre que pour le second bocardage gros, mais le steiger doit la faire varier d'après la nature des minerais.

Deuxième bocardage fin. (Zweites feinpochen.)

L'écrasement des grenailles fines, données par les premiers bocardages, est fait par une batterie disposée comme la précédente. L'opération doit produire des sables assez fins, aussi la grille latérale, en fils de laiton, a des ouvertures carrées de 1/12″ = 0m,002 de côté.

Les sabots des pilons ne pèsent pas plus de 50k. Les flèches en bois sont aussi un peu moins fortes. La sole est inclinée de 3″1/2 = 0m,084, du premier au dernier pilon. La distance du montant

(1) On voit, d'après ce qui précède, qu'on donne toujours aux ouvertures des grilles employées dans les différents bocardages, des dimensions à peu près doubles de celles des grenailles qu'on veut obtenir en plus forte proportion. Ce rapport entre les dimensions des ouvertures et des grenailles paraît à peu près indépendant de la nature des gangues des minerais.

au erzstempel est de 10″ = 0ᵐ,24 seulement. Cette disposition, et la moindre quantité d'eau employée, rendent l'action des pilons beaucoup plus complète, mais aussi la proportion de schlamms plus grande. Pour obtenir un écrasement plus complet on élève la grille de 1″1/2 à 2″=0ᵐ036 à 0ᵐ048 au-dessus de la sole, et on diminue la quantité d'eau.

Ces deux éléments sont en relation évidente; plus la grille est élevée au-dessus de la sole, plus il faut que les grains soient fins pour être entraînés par l'eau, si sa vitesse horizontale n'est pas augmentée.

Pour les deux bocardages fins la levée des pilons est de 6 à 7″ 0ᵐ,144 à 0ᵐ,168; le nombre des levées par minute est toujours le même, de 42 à 54 pour chaque pilon.

Les opérations précédentes sont faites pendant l'été: pendant l'hiver on bocarde très-fin les sables pauvres donnés par le travail d'été. La batterie est disposée comme celle du dernier bocardage fin: la grille, placée à 3″ ou même 4″ (0ᵐ,072 à 0ᵐ,096) au-dessus de la sole, a des ouvertures de 1/24″ au plus 0ᵐ,001. Elle est nommée afterblech (les deux grilles de 3″/16 et 1/12″ sont appelées mittelblech et erzblech). Dernier bocardage.

On emploie très-peu d'eau dans les bocardages et on produit beaucoup de schlamms, mais l'écrasement à peu près complet est une nécessité absolue pour des matières aussi pauvres.

On a essayé une disposition différente pour le bocardage d'hiver; on a rendu la sole horizontale, on a fermé l'auge sur les quatre parois, en ménageant une ouverture pour la sortie des minerais broyés, à la poitrine, et à la hauteur de 14″=

0^m,336 au-dessus de la sole. Les sables à broyer et l'eau arrivaient comme dans la batterie affectée au premier bocardage gros.

Avec cette disposition et en n'employant qu'une petite quantité d'eau, on n'obtenait que des schlamms extrêmement fins ; mais il fallait beaucoup plus de temps pour écraser la même quantité de minerais qu'avec la sole inclinée et la grille latérale : aussi est-on revenu à cette ancienne disposition.

Force motrice. Le moteur des pilons est toujours une roue hydraulique en dessus, de la force de 6 à 8 chevaux, quand elle ne sert pas pour d'autres appareils. Elle fait ordinairement 15 à 16 tours par minute, et son axe transmet le mouvement à l'arbre des cames par un engrenage à deux roues dentées égales. La force motrice des 6 à 8 chevaux est évaluée approximativement, car en tenant compte seulement du travail produit par les levées des pilons, on n'arrive pas à trois chevaux, pour un bocard à trois batteries.

Résultats. Nous citerons maintenant quelques exemples des quantités de minerais que peuvent écraser les différentes batteries dans un temps donné ; nous donnerons en même temps un aperçu des volumes d'eau nécessaires.

Premier bocardage gros. — Avec des minerais à gangues tendres, barytiques ou calcaires, les barreaux de la grille présentant l'écartement de 1/2″ = 0^m,012, la quantité écrasée par heure peut s'élever jusqu'à 24 centner = 1176 kil., mais ne dépasse pas ordinairement 20 centner = 980 kil., avec une dépense d'eau de 12 à 15 pieds cubes = 0^{mc},2868 à 0^{mc},3585 par minute. Pour des minerais à gangues de quartz et de grauwacke, la

quantité écrasée dans une heure n'atteint pas 16 centner = 784 kil.; le volume d'eau nécessaire est encore de 12 à 15 pieds cubes par minute.

Quand l'écartement des barreaux de la grille est seulement 3/8″ = 0^{m},009, on ne peut pas broyer, par heure, plus de 12 à 15 centner de minerais pauvres (soit 588 à 735 kil.), le volume d'eau nécessaire varie de 10 à 12 pieds cubes, 0^{mc},237 à 0^{mc},2868, par minute, suivant la nature des minerais.

Bocardage moyen des grenailles pauvres d'un premier criblage, sur une sole inclinée, avec une grille latérale présentant des ouvertures de 3/16″ = 0^{m},0045. Une expérience spéciale a donné pour résultat : on a écrasé 7 treiben de grenailles, en bocardant jour et nuit pendant 9 jours : aussi la traduction du nombre précédent en mesures françaises donne 0^{mc},243, soit en poids 420 kil. par heure Le volume d'eau nécessaire est de 7 pieds cubes = 0^{mc},1673 par minute.

Bocardage fin, avec la grille latérale présentant des ouvertures de 1/12″ = 0^{m},002. On peut écraser 12 centner = 588 kil. de sables et fines grenailles, par heure, avec une consommation d'eau de 5^{pc} = 0^{mc},1195 par minute.

Pour le bocardage d'hiver, on n'emploie pas plus de 4^{pc}, = 0^{mc},0956 d'eau par minute, en broyant environ 8 centner = 392 kil. par heure.

Il faut au plus deux ouvriers pour un bocard à trois batteries; leur travail consiste à charger les minerais à la pelle, en quantité convenable, d'après les indications du steiger; à débourber les sables et grenailles, provenant des bocardages gros, et à les charger sur le rätter classificateur. Personnel.

Appareils de classification.

Parmi les appareils de classification, essayés ou employés définitivement au Harz, nous considérons seulement les plus importants :

1° Le système de rätter employé pour débourber et en même temps classer en grosseurs les menus des mines (grubenklein) ;

2° Le separations-rätter, servant à classer les produits des broyages successifs aux cylindres ou aux bocards ;

3° Les rätter proposés à différentes époques en remplacement du separations-rätter ordinaire.

Rätterwäsche servant pour le grubenklein. *Pl. VIII, fig.* 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10.

L'appareil qui sert au débourbage et au classement des menus des mines, se compose essentiellement de deux rätter inclinés en sens contraire et disposés l'un au-dessus de l'autre. En avant du rätter supérieur est la table de triage, sur laquelle tombent les gros fragments ; en dessous des rätter se trouvent plusieurs cases destinées à recevoir les grenailles de différentes grosseurs ; enfin l'eau nécessaire au débourbage arrive sur la plus grande partie de la surface du rätter supérieur, par une caisse fixe, à fond horizontal percé de trous, A, *fig.* 4.

Le rätter supérieur (ober-rätter) est soutenu par un système de charpente, bien solide, à une certaine hauteur au-dessus du sol de l'atelier. Sa disposition est représentée *Pl. VIII, fig.* 4, 5, 7, 8. Ses dimensions principales sont :

Longueur totale.	7′6″ = 2m,360	inclinaison 4″ par pied.
Largeur.	1′9″ = 0m,504	
Profondeur totale.	1′9″ = 0m,504	

Il est mobile autour de l'axe horizontal α, tan-

dis que l'autre extrémité est alternativement soulevée et abandonnée par la chaîne 6, attachée à un système de leviers, que met en mouvement la roue hydraulique du bocard. Après chaque levée de 6 à 7″=0^{m},144 à 0^{m},168, le rätter tombe de tout son poids et vient buter contre une solide traverse horizontale. Il en résulte des chocs qui forcent les minerais chargés à la partie supérieure, soit à passer à travers les ouvertures des grilles, soit à descendre vers le bas du rätter.

Les grilles sont disposées en deux rangées parallèles (*fig.* 7).

Rangée supérieure. La partie *mn*, sur laquelle est chargé le minerai, est pleine, en fonte, encastrée dans les parois latérales; la partie *np* comprend quatre grilles carrées de 16″=0^{m},384, en fonte, avançant chacune sur la précédente. Les grilles ont des ouvertures carrées de 1′=0^{m},024 de côté, et leur ensemble a presque l'inclinaison du rätter, tandis que chacune d'elles est un peu moins inclinée.

La partie inférieure *p*, *q*, *r* est en fonte et pleine; elle sert à conduire les fragments trop gros au delà du rätter et à les faire tomber sur la table de triage T, nommée klaubtische.

Rangée inférieure. Elle présente la même disposition que la première, mais ne comprend que trois grilles en fonte, dont les ouvertures carrées ont seulement 5/8″=0^{m},015 de côté. Les grenailles trop grosses pour traverser ces grilles tombent dans une case inférieure par l'ouverture *o*.

Les grenailles qui traversent les deux systèmes de grilles sont conduites par le fond plein de la caisse jusqu'à l'ouverture *ω*, et tombent sur le rätter inférieur.

Table de triage (klaubtiche.) *fig.* 4.

La table de triage T est rectangulaire, horizontale et en fonte ; elle est percée d'ouvertures carrées de 1″ de côté (0m,024), en sorte que pendant le triage les grains plus petits que cette dimension, entraînés avec les fragments plus gros, sont facilement séparés.

Rätter inférieur (unter rätter). (*fig.* 4, 6, 9, 10).

La disposition est analogue à celle du précédent ; il est mobile autour de l'axe horizontal α', tandis que son extrémité inférieure est soulevée à intervalles égaux par la chaîne 6′, et retombe librement, après chaque levée, sur une traverse horizontale fixe. Les dimensions principales sont :

Longueur totale. . . .	9′	= 2m,592
Largeur.	18″	= 0m,432
Hauteur.	20″	= 0m,480
Inclinaison.	3″	par pied.
Amplitude des levées.	5 à 6″	= 0m,120 à 0m,144

Les grilles ne sont plus en fonte, mais bien en fils de fer et de laiton, croisés à angle droit, et déterminant des ouvertures à peu près rectangulaires.

Disposition de la rangée supérieure, *fig.* 9.

La partie supérieure *cd*, sur laquelle tombent les minerais du rätter d'en haut, est en fonte et pleine ; de *d* en *e* sont disposées trois grilles carrées, en fils de fer, présentant des ouvertures de 3/16″ = 0m,0045 de côté ; *ef* est un plan incliné plein, qui conduit les grenailles trop grosses sur la grille *fg*, dont les ouvertures ont 3/8″ = 0m,009 de côté.

Les grenailles traversant la grille sortent du rätter par l'orifice S et sont reçues dans la case S : les autres, plus grosses, glissent sur *gh* et tombent en avant du rätter.

Disposition des grilles inférieures. Les trois grilles de cette rangée sont en fils de laiton, croisés, laissant des ouvertures carrées de 1/12" = 0^m,002 de côté. Au-dessous de chacune est une ouverture rectangulaire; toutes trois débouchent dans une case H, dont le fond est le canal incliné qui conduit les sables fins, les schlamms et les eaux au schossgerenne précédant les labyrinthes.

Les grains qui ne peuvent traverser ces grilles fixes sortent du rätter par l'ouverture *t*, et sont reçues dans la case P.

Les deux appareils fonctionnent sans discontinuité, à raison de 45 à 50 levées, chacun, par minute; l'eau arrive également en pluie continue sur le rätter supérieur; le minerai, amené sur un plancher au-dessus de tout le système, est chargé à la pelle, tel qu'il est envoyé des aires sur lesquelles se fait la séparation des wände. Il est débourbé et classé en grosseurs par l'action des deux rätter. On obtient les produits suivants :

1° Gros fragments restés sur la klaubtische; ils sont soumis au cassage et triage, sur un banc de scheidage voisin;

2° Grosses grenailles comprises entre 5/8" et 1" — 0^m,015 et 0^m,024;

3° Grenailles comprises entre 5/8" et 3/8" = 0^m,015 et 0^m,009;

4° Grenailles comprises entre 3/8" et 3/16 = 0^m,009 et 0^m,0045;

5° Gros sables compris entre 3/16" et 1/12" = 0^m,0045 et 0^m,002;

6° Sables fins et schlamms traversant les ouvertures de 1/12".

Les quatre nos intermédiaires, grenailles et gros sables, sont bons à cribler (1).

Force motrice. Il serait fort difficile d'évaluer par le calcul la force motrice nécessaire à l'appareil des rätter; on admet qu'il faut de 4 à 5 chevaux de force à une roue hydraulique qui mettrait en mouvement un système des dimensions précédentes. Dans plusieurs ateliers les rätter sont doubles, c'est-à-dire présentent de front deux grilles au lieu d'une seule; ils exigent alors une force motrice bien plus grande, évaluée à 8 chevaux.

Eau de lavage. La quantité d'eau nécessaire au débourbage varie beaucoup avec la nature plus ou moins argileuse des minerais; il faut en général de 2 à 2 1/2 pieds cubes — $0^{mc},0478$ à $0^{mc},0597$ par minute. Ce volume est très-faible, mais il faut bien considérer que les minerais du Harz ne sont pas ordinairement argileux, que les schistes ne forment pas une pâte avec l'eau, comme cela se présente pour les minerais d'un grand nombre de localités. Avec des gangues véritablement argileuses, la rätterwische serait un appareil de débourbage, et par suite de classement tout à fait insuffisant.

Quantité de grubenklein. La quantité de grubenklein qu'on peut passer dans un appareil de rätter, dans un temps donné, dépend de bien des circonstances; la nature du minerai a certainement de l'influence, mais pas autant, à beaucoup près, que le degré de perfection dans le classement, et la direction imprimée

(1) Dans plusieurs ateliers, les ouvertures des grilles ont des dimensions un peu différentes, 5/4", 1", 5/8", 1/2", 3/8", 3/16", 1/12". On obtient ainsi un plus grand nombre de classes, ainsi que le montre le tableau n° 2 que nous avons donné précédemment; la disposition de l'appareil est du reste la même.

au travail par le steiger. Il est, en effet, bien évident que si, dans un temps donné, on charge beaucoup de minerai, l'appareil le débourbera et le classera avec d'autant plus de peine et d'imperfection, que la couche de matière sur les grilles sera plus épaisse. Il faut pour un bon travail que tous les grains soient longtemps en contact avec les grilles, et par suite que la surface des grilles ne disparaisse en aucun point sur les minerais. Cette condition est rarement satisfaite, soit par défaut de surveillance, soit plus ordinairement parce qu'on impose à chaque atelier une quantité trop forte de grubenklein.

On passe ordinairement, en 10 heures 1 treiben = 6^{mc},368 de grubenklein, quantité trop forte pour que le classement des grenailles soit fait convenablement.

La proportion des sables fins et schlamms est toujours assez faible; elle varie de 1/6 à 1/5 de la quantité totale de grubenklein mis en opération.

Personnel.

Un système de rätter occupe deux hommes; l'un pour le chargement, l'autre pour l'enlèvement des produits bons à cribler. Le triage et le scheidage emploient de huit à dix jeunes garçons.

Inconvénients.

L'appareil de débourbage et de classement, que nous venons de considérer, présente plusieurs inconvénients :

1° Il exige une force motrice considérable, employée bien inutilement à soulever l'appareil lui-même, dont le poids est plus grand que celui du minerai contenu;

2° L'intensité des secousses verticales n'est pas la même dans toutes ses parties, et l'action des secousses ne produit pas l'effet attendu; un grand nombre de grains rebondissent sur les grilles, au

lieu de glisser sur elles, et tombent soit sur la klaubtische, soit sur le sol de l'atelier, sans avoir traversé les grilles, bien que leurs dimensions soient moindres que celles des ouvertures;

3° Les chocs violents et répétés compromettent sa solidité, à moins qu'on ne donne à ses différentes parties des dimensions, qui en augmentent considérablement le poids.

Les trommels, employés maintement pour le débourbage des menus des mines, et pour le classement en grosseurs, dans un grand nombre d'ateliers de préparation mécanique, occupent plus d'espace, mais ne présentent aucun de ces inconvénients. Nous n'avons pas besoin de parler des trommels débourbeurs, puisque les minerais du Harz ne sont pas argileux et n'ont pas besoin de débourbage; nous ne considérons que les trommels classeurs.

Un trommel pour classement, en tôle percée de trous circulaires, animé d'un mouvement de rotation en relation avec son diamètre, donne des grenailles de cinq ou six grosseurs différentes. Dans chaque classe la différence entre les plus petites et les plus grosses est bien plus faible que dans les produits classés par un rätter; en un mot, la classification est bien meilleure. On peut opérer dans un temps donné sur une plus grande quantité de minerai; enfin la force motrice nécessaire est beaucoup moindre.

Ces avantages des trommels sur les rätter ne sont pas admis au Harz; on a essayé les trommels et on les a rejetés comme étant de beaucoup inférieurs aux rätter. Mais les expériences ont été fort mal faites, on a employé des trommels dont la surface était en fils de fer croisés; on leur a donné

une vitesse de rotation tellement grande que les grenailles étaient entraînées en grande partie dans le mouvement. Dans ces circonstances un trommel ne peut pas bien fonctionner. Si les expériences avaient été bien faites, on serait arrivé à constater au Harz, comme dans les autres localités, les grands avantages que les trommels présentent sur les rätter.

A Saint-Andreasberg on emploie des systèmes de rätterwäsche plus compliqués que les précédents, et exigeant une force motrice encore plus grande. Le système se compose de trois rätter superposés et nommés : Appareil employé à Saint-Andreasberg.

1° Stossrätter ou rätter à secousses horizontales;

2° Mittelrätter; disposé comme le oberrätter considéré plus haut;

3° Unterrätter.

Le stossrätter, sur lequel on charge le grubenklein, sous une pluie d'eau, est disposé comme une table à secousses; la surface porte des grilles en fonte, dont les ouvertures carrées ont 1/2″ = 0m,012 de côté.

2° Le mittelrätter, disposé comme le oberrätter des environs de Clausthal, reçoit les grenailles et fragments plus gros que 1/2″, qui ne peuvent traverser les ouvertures du stossrätter. Les grilles en fonte sont percées de trous carrés, de 5/8″ = 0m,015; 7/8″ = 0m,21; et 9/8″ = 0m,027. On fait encore arriver sur la surface supérieure une pluie d'eau, pour achever le débourbage et entraîner sur le rätter inférieur la plus grande partie des matières fines, qui résistent à l'action du stossrätter.

3° L'unterrätter porte des grilles de 1/12″ = 0m,002; 1/8″ = 0m,003; 2/8″ = 8m,006; 3/8″ =

gros, de sables plus fins et de poussières. Toutes ces matières imparfaitement sèches adhèrent les unes aux autres, en sorte qu'il est nécessaire de les bien mouiller avant de les porter à l'appareil de séparation. On utilise l'appareil de mouillage pour séparer en même temps la plus grande partie des matières fines, c'est-à-dire qu'on fait à la fois le mouillage et le débourbage des minerais broyés.

Débourbage. Les deux opérations sont faites dans une longue caisse, communiquant par un canal souterrain avec le schossgerenne, les labyrinthes et les bassins de dépôt. La caisse, ou durchlass, a 6'=1^m,728 de long, 14''=0^m,336 de large, et 12''=0^m,288 de profondeur à la tête, c'est-à-dire à l'endroit le plus voisin de la table sur laquelle on dispose les minerais : le fond est incliné en montant vers le pied; la profondeur n'est plus que de 5''=0^m,120; on fait arriver par la tête un courant d'eau plus ou moins rapide suivant la nature des minerais; ordinairement 1^{lc} par minute est un volume suffisant.

Un ouvrier fait tomber de temps en temps les minerais de la tête dans le durchlass, les agite fortement à la pelle dans l'eau, en les ramenant du pied vers la tête, et enlève tous les gros sables et les grenailles. Les sables fins et schlamms sont entraînés par l'eau au schossgerenne. Les grenailles et les gros sables sont déposés sur une aire latérale, et portés ensuite à l'appareil de classification.

Un durchlass, des dimensions précédemment indiquées, peut facilement passer tous les minerais écrasés par les cylindres.

Classification. L'appareil de classification, nommé séparations-

rätter, est disposé comme le unterräter d'une rätterwäsche, aussi n'avons-nous pas cru nécessaire de le représenter dans les planches jointes au mémoire.

Les dimensions principales sont les suivantes :

Longueur totale de la caisse. . .	7' = 2m,016
Largeur totale.	18" = 0m,432
Profondeur.	14" = 0m,336

L'inclinaison de la caisse au repos est de 4" pour 1'.

Les levées sont de 5" à 6" = 0m,120 à 0m,144; leur nombre varie le plus souvent de 45 à 50 par minute.

Les grilles en fils de fer ou de laiton croisés à angle droit, présentent des ouvertures de 3/16" = 0m,0045 et 1/12" = 0m,002.

Une caisse, à fond horizontal percé de trous, est disposée au-dessus des grilles supérieures et permet de faire arriver sur la plus grande partie de la surface une pluie d'eau assez abondante, et dont on évalue le volume à 1'c par minute.

Les minerais débourbés sont chargés à la pelle sur le haut des grilles, et sont divisés par l'appareil en trois produits différents (1) :

1° Grenailles plus grosses que 3/16" = 0m,009, ou plutôt qui ne peuvent traverser les ouvertures

(1) Quand on traite les minerais riches, on donne souvent 1/2" = 0m,012 aux ouvertures des grilles du rätter sec; alors on doit disposer le separations-rätter avec des grilles de 3/8", 3/16", 1/12", et cet appareil donne, outre les produits indiqués, des grenailles arrêtées par les grilles de 3/8", et comprises entre 3/8" = 0m,009 et 1/2" = 0m,012. La disposition est du reste tout à fait la même.

de cette dimension : elles tombent en avant du séparations-rätter ;

2° Grenailles fines comprises entre 1/12″ = 0ᵐ,002, et 3/16″ = 0,0045 : elles sont reçues dans une case, disposée sous l'appareil ;

3° Sables fins et schlamms, traversant les grilles les plus fines ; ils sont entraînés par l'eau dans un canal souterrain, qui rejoint celui du durchlass.

Il faut deux separations-rätter pour classer les minerais broyés par une paire de cylindres, c'est-à-dire 1 treiben par journée de dix heures. Avec des minerais ordinaires, les produits ci-dessus indiqués sont à peu près dans les proportions suivantes, pour 100 de minerais écrasés :

16 à 20 de sables fins et schlamms, entraînés au schossgerenne ;

20 à 25 de grenailles fines, comprises entre 1/12″ et 3/16″ ;

64 à 55 de grenailles comprises entre 3/16″ et 3/8″.

Au reste, ces rapports sont variables avec un grand nombre de circonstances, la nature des gangues des minerais, l'état des cylindres, et surtout la surveillance du steiger. Ce dernier point est principalement important par l'appareil de classification, qui fonctionne tout à fait mal, quand la charge de minerai est trop forte.

Nous ne répéterons pas ici ce que nous avons dit plus haut à propos des rätterwäsche : un trommel classeur bien réglé est préférable aux rätter.

Force motrice. La force motrice nécessaire pour deux separations-rätter est évaluée à 2 chevaux.

Personnel. Il faut un homme pour charger à la pelle les

minerais sur les deux appareils, et un homme pour enlever les grenailles et les transporter aux cribles.

Dans le cas du second cylindrage, les ouvertures des grilles du rätter sec ont seulement 3/16″ = 0m,0045. La série des opérations et les appareils employés sont les mêmes, tant pour le débourbage que pour la classification.

Les produits des separations-rätter ne sont plus que :

1° Grenailles fines ou gros sables, compris entre 1/12″ et 3/16 ;

2° Sables fins et schlamms.

Ils sont en moyenne dans la proportion de :

33 pour les sables fins et schlamms ;

66 pour les gros sables bons à cribler.

La quantité d'eau et la force motrice sont à peu près les mêmes que dans le premier cas considéré.

Les produits des bocardages à travers les grilles de 3/4″, 3/8″, 3/16″ sont traités à très-peu près comme ceux donnés par les cylindres. Ils sont d'abord débourbés dans une longue caisse ou durchlass; les grains et grenailles, enlevés à la pelle sont chargés à l'appareil de classification, tandis que les sables et schlamms sont entraînés à l'appareil nommé schossgerenne.

Les grilles des séparations rätter ont des ouvertures carrées de 3/4″, 5/8″ = 0m,015, 3/8″ = 0m,009, 3/16″ = 0m,0045, 1/12″ = 0m,002 : le nombre des produits dépend du numéro du bocardage : pour le premier bocardage gros on obtient :

1° Grenailles plus grosses de 3/4″ = 0m,018 ;

2° Grenailles, plus grosses que 5/8″ = 0m,015 ;

cliné fixe *ss*. Les dimensions principales sont les suivantes :

Les grilles ont 0m,85 sur 0m,35 ; elles sont inclinées à 0m,085 par mètre, leur écartement est de 8″=0m,192, les ouvertures rectangulaires ont 1/2″=0m,012, 3/8″=0m,009, 3/16″=0m,0045, 1/12″=0m,002 de côté. Les trois grilles supérieures sont en fils de fer, celle inférieure en fils de laiton.

Les levées sont ordinairement de 4″=196, et leur nombre varie de 45 à 50 par minute. On n'a pas mesuré la quantité d'eau amenée dans la caisse P, on l'évalue à moins de 1° par minute.

La force motrice nécessaire dépasse certainement 2 chevaux.

Le lütten-rätter employé au bocard n° 3 de la vallée de Clausthal, pour le classement des produits du premier bocardage avec une grille de 3/4″=0m,018, donne les produits suivants :

1° Fragments plus gros que 1/2″=0m,012, arrêtés par la première grille ;

2° Grenailles comprises entre 1/2=0m,012 et 3/8″=0m,009, arrêtées par la seconde grille;

3° Grenailles comprises entre 3/8″=0m,009 et 3/16″=0m,0045, arrêtées par la troisième grille;

4° Sables gros compris entre 3/16″=0m,0045 et 1/12″=0m,002, arrêtés par la quatrième grille;

5° Sables fins et schlamms, traversant toutes les grilles, tombant avec l'eau dans le canal souterrain X, qui les conduit au schossgerenne, en même temps que les matières fines entraînées en dehors de la caisse de débourbage.

En comparant les quatre classes de grenailles

bonnes à cribler, données par le lütten-rätter, aux produits correspondants des séparations rätter ordinaire on a constaté une amélioration très-notable dans la classification, mais l'avantage qui en est résulté pour le criblage n'a pas été sensible, ou au moins n'a pas compensé les inconvénients de l'appareil; il exige, en effet, une force motrice plus grande, et de plus il se détraque facilement par suite des violentes secousses qui lui sont imprimées.

M. Ey, ancien directeur de la préparation mécanique du Harz, a fait essayer une disposition différente du rätter classificateur, désignée, en raison de son analogie avec les tables à secousses, sous le nom de stoss-rätter ou schlag-rätter. Stossrätter.

L'appareil se compose de quatre systèmes de grilles, suspendus à des chaines inclinées, déviés à intervalles égaux et horizontalement de leur position, et y revenant par leur poids en frappant contre des madriers fixes.

Les résultats donnés par cette disposition n'ont probablement pas été satisfaisants, car elle a été définitivement abandonnée.

Cribles ou setzmachine.

Les cribles occupent maintenant une place importante dans les ateliers de préparation mécanique, et doivent être étudiés avec beaucoup de soin. On emploie actuellement au Harz trois systèmes différents :

1° L'ancien crible à cuve, dans lequel l'eau est en repos et la grille mobile; crible à cuve;

2° Le crible à grille fixe, dans lequel l'eau est poussée sous la grille par l'action d'un piston la-

téral ; nous le nommerons crible à piston latéral ;

3° Le crible à grille fixe, dans lequel l'eau est mise en mouvement par un piston, placé sous la grille dans la même cuve ; nous l'appellerons crible à piston inférieur.

Nous allons examiner ces trois systèmes, en nous arrêtant plus spécialement sur les deux derniers, dont les résultats sont bien meilleurs.

Crible à cuve. *Pl. IX, fig.* 11.

Le plus ancien de tous les appareils de criblage est le petit crible de 16″ de diamètre, manœuvré à bras dans une cuve ; il exige une main-d'œuvre trop grande. Il a été remplacé successivement, par le crible de 24″, mis en mouvement par un homme, à l'aide d'un système de levier, dans une cuve contenant de l'eau, Handsetzmachine ; par le crible de 40″ de diamètre, recevant son mouvement de la roue hydraulique, et enfin par les cribles actuels à grilles fixes.

Le crible de 40″ subsiste encore dans plusieurs ateliers, nous représentons sa disposition par une simple élévation. *Pl. IX, fig.* 11.

A. Cuve à eau cylindrique, enfoncée de 1′ = 0m,288 dans le sol de l'atelier ; son diamètre est de 4′ 2″ = 1m,20 ; sa hauteur totale est de 3′ = 0m,864 ; le crible cylindrique, qui se meut dans cette cuve, a 40″ = 0m,960 de diamètre et 1′ = 0m,288 de hauteur.

B. Trémie latérale dans laquelle on charge les grenailles à cribler ; on les fait couler sur la grille en ouvrant en temps convenable la porte à glissière *b*.

C. Tige verticale soutenant le crible par quatre bras en fer, ayant la forme chacun d'un quart de cercle.

D. Balancier mobile autour de l'axe horizon-

tal *d*; le mouvement lui est transmis par un arbre à cames D'. Plusieurs autres systèmes de transmission sont employés au Harz: nous avons représenté le plus simple de tous.

F. Mode d'assemblage de la tige du crible avec le balancier.

H. Tige verticale, assemblée avec le balancier, mobile dans une rainure pratiquée dans le massif H; elle sert à diriger le mouvement, et en même temps à soulever le crible au-dessus du niveau de l'eau dans la cuve: pour cette manœuvre l'ouvrier saisit le taquet *l*, et fait porter l'extrémité de la tige sur la face supérieure du massif. Cette manœuvre est ordinairement facilitée par un contre-poids placé à l'extrémité du balancier, vers D'

Le contre-poids ne doit équilibrer qu'une partie du poids du crible et du minerai, afin que l'excédant soit encore suffisant pour produire une descente assez rapide du crible dans l'eau, quand les cames cessent d'abaisser l'extrémité du balancier.

L'amplitude du mouvement vertical du crible dépend de la grosseur des grenailles, et ne dépasse pas ordinairement 1" 1/2=0m,036. Le nombre des levées est toujours très-grand; il varie de 150 à 220 par minute. La séparation des minerais en couches de richesse décroissante, résulte, d'après cela, d'un grand nombre d'actions successives de l'eau sur les grains, chacune très-faible et produisant peu d'effet; sous ce point de vue le crible à cuve diffère essentiellement des cribles à piston latéral, ou à piston inférieur, dans lesquels on cherche à obtenir le plus d'action possible de chaque impulsion donnée à l'eau. Aussi ces derniers arrivent au résultat désiré non pas d'une manière plus parfaite, mais en moins de temps,

et pour cette raison ils doivent être préférés aux cribles à cuves, surtout pour les grosses grenailles.

Force motrice. Nous ne pouvons indiquer la force motrice nécessaire pour mettre un crible en mouvement; il nous paraît assez probable qu'il ne faut pas moins de 1/2 cheval par chaque crible, en estimant la fraction de la force de la roue hydraulique employée à mettre le crible en mouvement.

Personnel. Dans plusieurs ateliers chaque crible est confié à un ouvrier, mais à la rigueur un homme suffirait pour deux cribles.

Le travail est très-simple: l'ouvrier charge le crible des minerais contenus dans la trémie, de manière à ce que les grenailles occupent sur la grille une hauteur de 4 à 6″; 6″ pour les grenailles fines, 4″ pour les grosses. Il met le crible en mouvement et le laisse fonctionner librement, pendant un temps variable avec la nature des minerais, de 4 à 8 minutes, puis il soulève le crible, et quand l'eau est bien écoulée, il enlève avec une raclette une certaine épaisseur de minerai pauvre; cette première qualité est nommée bergerz; puis une seconde tranche (abhübe) de minerai moins pauvre, pocherz. Les épaisseurs sont indiquées d'avance à l'ouvrier par le steiger, d'après l'expérience de la nature des minerais.

L'ouvrier fait tomber sur le crible une quantité de grenailles à peu près égale à celle qu'il a enlevée, et remet le crible en activité; après un certain nombre d'opérations semblables, nombre qui est encore indiqué par le steiger, l'ouvrier enlève, après la tranche de pocherz, une nouvelle couche de minerai plus riche, du schurerz: enfin après un temps plus ou moins long, l'ouvrier peut enlever la dernière tranche, immédiatement en

contact avec la grille, de minerai bon à fondre, stufferz.

Outre ces produits le criblage donne des matières fines qui traversent les grilles, ou sont soulevées par l'eau en dehors du crible, qui fonctionne entièrement plongé; ces matières fines doivent être soumises à un débourbage.

La quantité de grenailles que peut travailler un crible dépend d'abord de la nature plus ou moins riche du minerai, de la grosseur des grenailles, mais principalement de la perfection qu'on cherche à obtenir dans la séparation en qualités bergerz, pocherz, schurerz, stufferz. Les fines grenailles sont celles qui se prêtent le mieux à ce mode de criblage, et dont par conséquent on peut travailler la plus grande quantité dans un temps donné: plusieurs expériences, dans lesquelles les ouvriers ont conduit le criblage avec tout le soin et en même temps toute l'activité désirables, ont indiqué qu'on pouvait travailler sur 4 cribles, en 12 heures, 220 pieds cubes, soit un peu plus de 10,000 kilo. de grenailles fines, en produisant les qualités bergerz, pocherz, schurerz, stufferz, assez nettement séparées.

Avec les anciens cribles à bras on n'aurait pas pu dépasser le quart de cette quantité.

Les cribles à grille fixe, hydraulische setzmachine, peuvent être distingués en plusieurs systèmes: Cribles à grilles fixes.

1° Cribles isolés, à piston latéral;

2° Cribles jumeaux, avec un piston latéral servant pour deux grilles;

3° Cribles à piston inférieur.

Bien que la disposition des cribles à piston latéral, isolés ou jumeaux, soit parfaitement connue,

nous représentons dans la *Pl. IX*, *fig.*.7, 8, 9, 10, deux cribles jumeaux avec un piston commun. Ces figures font comprendre en même temps les cribles isolés, puisque la différence est seulement, que la porte mobile destinée à fermer la communication de la cuve du piston avec celle du crible n'existe pas, et qu'un piston ne sert que pour une grille.

Cribles isolés. Un crible isolé se compose de deux caisses prismatiques en bois, juxtaposées, communiquant par une ouverture rectangulaire ω, pratiquée vers le bas de la paroi commune. Dans l'une des caisses se meut un piston plein en bois; dans l'autre est une grille fixe, sur laquelle on place le minerai à cribler. Le piston est mis en mouvement alternatif par une roue hydraulique, avec l'intermédiaire d'un balancier et d'un système de leviers, ou d'un arbre à cames.

Son mouvement doit être tel, que l'eau refoulée sous la grille, pendant la descente du piston, soulève et mette bien en suspension toutes les grenailles, et qu'ensuite la levée du piston ne commence que quand les grenailles sont descendues et en repos.

L'effet de chaque coup de piston est alors double; pendant la descente rapide du piston l'eau soulève à une plus grande hauteur les grains les plus légers et les plus pauvres; pendant la montée lente du piston, les grains retombent sur la grille et les uns sur les autres, d'après leurs poids relatifs, les plus lourds tendant à gagner le fond avant les plus légers. Si la levée du piston est trop vive, ou mieux commence trop tôt, les grains sont aspirés pour ainsi dire et pressés sur la grille, sans pouvoir se classer d'après leurs poids relatifs.

Pour que ces actions soient faciles, il importe que les grains soient tous de même forme et de même volume, afin que l'action de l'eau ne soit influencée que par les densités, et les richesses en minerais. L'uniformité et l'égalité des grains sont des conditions impossibles à remplir, et par suite la division des grains d'après leur richesse, ne peut avoir lieu que lentement et n'est jamais qu'approximative. Nous n'insisterons pas davantage sur ces considérations théoriques, qui sont maintenant parfaitement connues. Elles conduisent dans la pratique aux conditions suivantes:

Ne soumettre au criblage que des grains à peu près égaux;

Donner à l'action de l'eau une énergie d'autant plus grande que les grains sont plus gros et plus lourds:

Ne s'attendre dans tous les cas qu'à une division approchée.

La section intérieure horizontale de la caisse au-dessus de la grille est un carré de 2′ = 0m,576 de côté; la grille est placée à la profondeur de 10″ = 0m,24; et à la hauteur de 2′ = 0m,576 au-dessus du fond. Pour les grosses grenailles la grille est en fonte et présente des fentes de 1/8″ = 0m,003 : pour les fines grenailles la grille est en fils de fer parallèles, maintenus par un cadre et des traverses en bois, avec armatures en forte tôle : les fils sont écartés de 1/12″ = 0m,002 pour les grenailles de 3/8″ et de 1/24″ = 0m,001 pour les grenailles de 3/16″. Dimensions.

Les dimensions de la caisse qui contient le piston ou corps de pompe sont assez variables; on a employé des cribles dans lesquels la section du corps de pompe était à la surface de la grille dans

les rapports de 1, 3/4, 1/2, et ces cribles ont fonctionné tous à peu près de la même manière : cependant le travail paraît mieux fait, au moins dans le cas des grosses grenailles, quand la section du corps de pompe est égale à la surface de la grille.

Le piston en bois est plein et ne laisse entre ses parois et celles de la caisse qu'un intervalle très-faible d'environ 1/8″ = 0m,003. Cet intervalle est bien juste suffisant pour que l'eau, amenée dans le corps de la pompe par la partie supérieure, puisse passer au-dessous du piston.

L'ouverture par laquelle communiquent les deux caisses tient toute la largeur de la paroi ; sa hauteur dépend de la grosseur des grenailles ; elle varie de 5 à 8″ = 0m,12 à 0m,192. Sa position à une distance plus ou moins grande au-dessous de la grille, exerce beaucoup d'influence sur l'effet produit par l'eau sur le minerai. Quand l'ouverture est placée tout à fait au fond, on observe fréquemment que l'action de l'eau est à peu près nulle sur la partie du minerai voisine de l'ouverture, et au contraire beaucoup trop forte du côté opposé ; en sorte que, une partie du minerai n'est pas du tout soulevée par l'eau, et que l'autre partie l'est beaucoup trop pour qu'il puisse y avoir un bon classement des grains. Cet effet est dû à ce que l'eau passe avec une certaine vitesse et obliquement du corps de pompe dans l'autre caisse, se réfléchit sur le fond et vient frapper la grille du côté opposé à l'ouverture. Cette action oblique de l'eau, très-nuisible au criblage, est plus marquée dans les cribles, dans lesquels le piston a une surface moindre que la grille, parce que, pour produire le même effet sur le minerai, on est obligé de donner au piston une vitesse plus grande.

Quand l'ouverture est disposée vers le milieu de la hauteur, entre le fond et la grille, l'eau passe presque horizontalement, et on peut obtenir une action égale sur toutes les parties de la grille, pourvu qu'on règle la vitesse du piston d'après la résistance opposée par le minerai, de manière à ce que le courant horizontal venant du corps de pompe arrive seulement à la paroi opposée à l'ouverture, sans se réfléchir sur cette paroi. Ces considérations montrent combien il est difficile de bien régler un crible à piston : il faut que le piston descende avec une vitesse plus ou moins grande, suivant la grosseur des grenailles, l'épaisseur du minerai sur la grille, le poids, et par conséquent la richesse et la nature des gangues, afin que l'eau soulève convenablement tout le minerai, sans avoir une vitesse trop grande, pour laquelle, frappant avec force la paroi de la caisse, elle serait réfléchie obliquement sur la grille et agirait inégalement. Il faut que la position de l'ouverture soit en relation avec ses dimensions, avec la charge du minerai et la vitesse du piston.

Une longue expérience peut seule conduire aux dispositions les plus convenables; aussi les cribles dans lesquels l'eau agit bien également sur toutes les parties de la grille sont-ils très-peu nombreux. Nous donnerons tout à l'heure les dimensions adoptées dans l'atelier de Bergwerkswohlfahrt, dans lequel sont les meilleurs cribles à piston latéral.

Le fond du corps de pompe est toujours horizontal, celui de la caisse est incliné vers l'orifice destiné à l'enlèvement des matières fines, qui traversent les grilles. Une ouverture pareille, et dont le but est le même, est ménagée dans la paroi du corps de pompe. Les deux orifices sont fermés par

des portes extérieures en bois, mobiles dans des rainures ou glissières verticales.

Enfin, pour mettre à sec la lavée sans perdre toute l'eau qui remplit la cuve, on ménage à la hauteur de la grille, et en dessous, une ouverture plus petite, fermée également par une porte en bois, mobile entre deux rainures.

Les minerais à cribler sont contenus dans une trémie latérale, disposée assez ordinairement au-dessus du corps de pompe, et dont la porte permet au minerai de tomber directement sur la grille.

Transmission. La transmission du mouvement de la roue hydraulique au piston est faite, soit par un arbre à cames agissant sur l'extrémité du balancier, soit par un système de leviers plus ou moins compliqué.

La meilleure disposition est évidemment celle d'un arbre intermédiaire, dont la vitesse de rotation est dans un rapport déterminé avec celle de la roue hydraulique, et qui agit par trois cames sur l'extrémité du balancier, en disposant ce dernier absolument comme l'indique la *fig.* 11, *Pl. IX*, pour le crible à cuve. L'excès de poids du balancier, du côté du piston, fait appuyer constamment l'autre extrémité sur les cames, et celles-ci conduisent toujours le mouvement soit à la montée soit à la descente du piston. Cet avantage est très-grand parce que les cames sont larges, peuvent être en bois, et par conséquent sont très-faciles à modifier ou à remplacer. Le steiger dispose d'un moyen simple de régler son crible.

Un autre élément est l'excès de poids du balancier du côté du piston et de la guide: plus il est grand, plus l'eau tend, si la forme des cames le permet, à être poussée avec violence dans la descente du piston; il est commode de disposer le

balancier, la tige du piston et la guide du mouvement, de manière à ce que l'excédant de poids soit trop faible pour produire un mouvement assez rapide; le steiger, en l'augmentant par l'addition de masses plus ou moins pesantes, parvient alors par tâtonnement à trouver le poids qui convient à chaque classe du minerai (1).

Le nombre des coups de piston, par minute, est peu variable avec la nature du minerai; il est toujours bien plus faible que dans le cas des cribles à cuves: nous indiquerons plus loin, pour les différentes classes de grenailles, les nombres qui paraissent les plus convenables; nous donnerons en même temps les amplitudes adoptées pour le mouvement du piston.

La grille étant chargée de minerai d'une hauteur variable entre 5″ = 0m,120 et 8″ = 0m,192, suivant la nature des grenailles et des gangues plus ou moins lourdes, l'ouvrier fait arriver l'eau dans le corps de pompe et met le piston en mouvement; il ferme l'arrivée de l'eau quand la quantité est telle que le minerai est toujours entièrement couvert. Il laisse fonctionner pendant un temps déterminé, 5 à 10 minutes, puis il soulève la guide et par conséquent le piston, de manière à soustraire le balancier à l'action des cames. Il fait par ce mouvement passer une certaine quantité d'eau de la cuve dans le corps de pompe, et si l'appareil est bien construit, l'eau doit s'abaisser dans la cuve Travail.

---

(1) En Belgique on a donné au piston une disposition un peu différente : le piston remonte librement dans le corps de pompe, sans être soulevé par sa tige. On évite ainsi l'aspiration qui se produit souvent quand le mouvement du balancier n'est pas convenablement réglé.

jusqu'à la grille; dans le cas où l'eau couvrirait encore le minerai, l'ouvrier peut le mettre à sec en ouvrant pendant quelques instants l'orifice au niveau de la grille.

Il enlève ensuite une ou deux tranches dont l'épaisseur lui est indiquée par le steiger: c'est la partie la plus pauvre, et ordinairement du bergerz et du pocherz (1); quand le minerai soumis au criblage est assez riche, l'ouvrier peut enlever immédiatement une autre tranche, de qualité schurerz; mais plus ordinairement la tranche de schurerz ne doit être prise qu'après cinq ou six opérations partielles, dans lesquelles on enlève seulement la couche supérieure de pocherz et de bergerz. Une nouvelle quantité de grenailles, à peu près égale à celle enlevée, est introduite sur la grille; le crible est remis en activité, etc. Les grenailles riches, bonnes à fondre, ne sont enlevées que de temps en temps, quand elles forment sur la grille une couche d'une épaisseur d'environ 2″ = 0^{m},048; l'ouvrier doit avoir soin d'en laisser une tranche mince pour garnir la grille.

Un ouvrier suffit parfaitement pour deux cribles, dont l'un est arrêté pendant que l'autre est en activité.

La force motrice nécessaire pour quatre cribles est évaluée à 1 cheval seulement.

La quantité de grenailles que peut travailler un crible en une journée est très-variable avec la nature du minerai, la grosseur des grenailles;

---

(1) Dans le criblage des produits des rätterwäsche, la tranche supérieure est du stérile; l'ouvrier doit enlever chaque fois le stérile, et la seconde couche qui est du bergerz et du pocherz, puis de temps en temps le schurerz et le stufferz.

mais surtout elle dépend du degré de perfection qu'on cherche à obtenir dans le classement en bergerz, pocherz, schurerz et stufferz.

Sur huit cribles ont peut travailler toutes les grenailles provenant des débourbage, classement et bocardages de 1 treiben = 6me,368 de grubenklein; nous citerons comme exemple l'atelier n° 3 de la vallée de Clausthal; il contient : un appareil de rätter pour le débourbage et le classement, un bocard à trois batteries, quatre cribles pour les produits de la kätterwäsche, et quatre cribles pour les grenailles du bocard. On peut traiter, par journée de 10 heures, 1 treiben = 6me,368 de grubenklein : le huit cribles suffisent pour toutes les grenailles.

La quantité d'eau nécessaire au criblage n'a pas encore été mesurée : on peut l'évaluer approximativement à 10 mètres cubes pour quatre cribles et pour une journée.

Les considérations précédentes s'appliquent aussi aux cribles jumeaux; nous nous bornerons à indiquer leur disposition générale.

Cribles jumeaux. *Pl. IX, fig.* 7, 8, 9, 10.

Les deux cribles A, A ont un piston commun B dont la surface est toujours égale à celle de chacune des grilles. La tige du piston traverse une caisse *c*, *c*, à fond horizontal, dans laquelle on met en dépôt les grenailles à cribler; l'ouvrier doit les faire tomber sur les grilles avec une rable par deux échancrures ménagées dans les côtés correspondants aux cribles.

La communication du corps de pompe avec les cuves est ouverte et fermée à volonté au moyen de deux portes en bois *d*, *d'*, mobiles verticalement dans des rainures, et manœuvrées par deux leviers *ff'*, dont les axes de rotation *e* sont fixés

aux montants qui supportent la caisse supérieure. Les ouvertures *m*, *m*, *m*, servent à enlever les matières fines se déposant au fond des cuves; celles *n*, *n*, sont destinées à faire sortir l'eau des cribles, jusqu'au niveau des grilles, afin que l'ouvrier puisse enlever les grenailles.

L'eau arrive dans le corps de pompe par un canal *t*, *t*, dont la position varie avec les convenances des différents ateliers.

Les deux cribles fonctionnent alternativement, et de la même manière que les cribles isolés. Les avantages de cette disposition, un seul piston pour deux cribles, sont la continuité du mouvement du piston et l'économie de construction; l'inconvénient est une dépense d'eau un peu plus grande. Il faut en effet que l'ouvrier ferme la communication des corps de pompe avec l'un des cribles avant de mettre l'autre en activité : le premier reste ainsi plein d'eau, et l'ouvrier doit ouvrir l'orifice *n*, pour faire abaisser son niveau au-dessous de la grille et pour pouvoir enlever les différentes tranches de grenailles. Dans les cribles isolés on produit un abaissement presque suffisant du niveau de l'eau, en soulevant le piston de la quantité nécessaire pour mettre le balancier hors de l'action des cames.

Les rainures qui servent aux portes de communication offrent un autre inconvénient, les matières fines viennent se loger au fond et empêchent la fermeture d'être bien complète; il est ensuite assez difficile de les dégager : l'inconvénient est surtout très-notable, quand les ouvertures de communication sont placées au niveau du fond des cuves.

Nous allons donner maintenant les dispositions

particulières des cribles destinés aux différentes qualités de grenailles.

1° Cribles employés pour les plus grosses grenailles données par le débourbage et le classement du grùbenklein.

L'amplitude du mouvement vertical du piston est de 5″ = 0^m,120; le nombre des levées par minute, de 45 à 50.

La hauteur du minerai sur la grille est de 5″ = 0^m,120.

L'ouverture servant à la communication du corps de pompe avec la grille est à 5″ = 0^m,12 au-dessous de la grille; sa hauteur = 7″ = 0^m,168; son bord inférieur est par conséquent élevé de 8″ = 0^m,192 au-dessus du fond.

2° Cribles employés pour les grenailles, provenant du broyage aux cylindres ou au bocard.

	mètres.	mètres.
Amplitude du mouvement du piston.	5″ = 0,120 —	4″ = 0,096
Nombre des levées par minute.	45 à 50	*id.*
Haut^r du minerai sur la grille.	6″ = 0,144 —	8″ = 0,192
Hauteur de l'ouverture, *id.* .	6″ = 0,144 —	5″ = 0,12
Distance de l'ouvert^{re} à la grille.	5″ = 0,120 —	6″ = 0,144
Idem. au fond. .	9″ = 0,216 —	9″ = 0,216

La première colonne du tableau précédent s'applique aux grenailles de 3/8″ = 0^m,009; la seconde aux grenailles de 3/16 = 0^m,0045.

Pour les sables fins provenant du travail du planherd, on peut changer la grille d'une hauteur de 8″ = 0^m,192, en donnant seulement 2″ à 3″ à la course du piston.

Les cribles à piston latéral sont supérieurs aux cribles mobiles, quand leurs dimensions sont bien réglées d'après la nature des minerais, mais il arrive très-fréquemment que l'action de l'eau n'est

Cribles à piston inférieur. *Pl. IX, fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6.

pas égale aux différents points des grilles, et si le steiger n'est pas actif et intelligent, il laisse ses cribles mal fonctionner. Les ouvriers retirent les grenailles très-imparfaitement classées, et les avantages de la disposition des cribles à grilles fixes disparaissent.

Pour remédier à cet inconvénient, et pour soustraire autant que possible les criblages à l'insouciance des ouvriers et surveillants, on a imaginé de placer, pour chaque crible, le piston sous la grille; le piston en montant soulève l'eau verticalement, et son action sur le minerai est nécessairement bien régulière; elle dépend seulement de l'amplitude du mouvement et de sa vitesse, qui peuvent être assignées par l'ingénieur.

On peut employer le crible à piston inférieur, soit avec une caisse latérale dans laquelle l'eau s'élève quand le piston descend, et s'abaisse quand le piston monte; soit, au contraire, sans caisse latérale, l'appareil ne se composant alors que d'une caisse unique renfermant la grille et le piston. La première disposition se conçoit facilement, en supposant dans les cribles décrits précédemment le piston placé sous les grilles, au lieu de l'être dans une caisse latérale.

Nous considérerons seulement la seconde (*Pl. IX*, *fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6).

La construction de la caisse est assez compliquée : au-dessus de la grille *m*, la caisse est à doubles parois sur les quatre faces, ce qui constitue une caisse secondaire et mobile, placée sur la grille et limitant l'espace que peut occuper le minerai; pour deux faces opposées l'intervalle entre les deux caisses est seulement de 1″ = $0^m,024$; pour les deux autres l'intervalle est de 2″ = $0^m,048$:

la caisse intérieure présente sur ces deux dernières faces N des ouvertures n, n, ayant $2'' = 0^m,048$ sur $4'' = 0^m,096$, et placées au-dessus du niveau que l'eau peut atteindre.

Au-dessous de la grille la cuve ou corps de pompe a les deux faces opposées N pleines (*fig.* 2) et les deux autres M (*fig.* 1) à doubles parois, laissant entre elles des espaces ou canaux de $1'' = 0^m,024$, ouverts en p, p, au-dessous de la position la plus basse du piston, et prolongés vers le haut jusqu'à p', p'.

Les *fig.* 1, 2 font comprendre la manière dont la grille est portée par la caisse principale. Cette grille se compose d'un cadre en bois (*fig.* 5) entouré de plaques de tôle forte, dans lequel pénètrent les fils parallèles, soutenus par trois traverses en bois, également armées de bandes de tôle.

Le piston est en bois, et percé en son milieu d'une ouverture carrée de $4'' = 0^m,096$ de côté; elle est fermée par une soupape en bois, dont le jeu est limité par quatre guides en fer glissant dans des rainures verticales, ménagées dans les parois de l'ouverture.

L'épaisseur du piston est d'environ $3'' = 0^m,072$; la distance de ses parois à celles de la caisse est de $1/8'' = 0^m,003$ à $1/6'' = 0^m,004$. Cet intervalle est suffisant pour que les matières fines qui traversent la grille puissent passer sous le piston.

Le piston est soutenu par un étrier en fer q, q, assemblé avec la tige b; les deux branches de l'étrier passent dans l'intervalle des deux caisses, et traversent la grille; elles sont ainsi hors du contact des minerais.

Le balancier A, A, et la guide H présentent la

même disposition que dans les cribles à cuve. Le mouvement peut être transmis au balancier par bien des systèmes ; le plus simple est encore l'emploi de cames conduisant l'extrémité du balancier pendant la montée et la descente du piston. Il faut pour cela que la somme des poids, de la guide H, du piston, et de la partie correspondante du balancier, soit un peu supérieure au poids de l'autre partie. L'excès de poids doit être assez faible, car il sert seulement à appuyer constamment l'extrémité du balancier sur les cames, dont la forme détermine le mouvement.

L'ouverture *a*, fermée pendant l'activité du crible par un coin, ou bien par une porte mobile dans des rainures verticales, sert à retirer de temps en temps les matières fines accumulées au fond de la cuve.

L'ouverture *x*, placée immédiatement sous la grille, permet de faire écouler l'eau quand on veut enlever les tranches différentes de grenailles.

L'ouverture *α*, qu'on peut ouvrir ou fermer par le levier D, sert à l'introduction de l'eau dans la cuve : elle communique avec le canal *y*.

Enfin la trémie reçoit en dépôt les minerais à cribler.

La hauteur du minerai sur la grille, l'amplitude du mouvement du piston, le nombre des leviers varient avec la grosseur des grenailles, comme dans les cribles à piston latéral (1). La manœuvre exige seule quelques explications.

La levée du piston doit avoir lieu avec assez de

---

(1) Pour les grenailles de 3/8″ = 0^{m},009, l'épaisseur du minerai sur la grille est seulement de 5″ = 0^{m},120, la hauteur de la levée du piston est de 3″ = 0,072 : pour les grenailles de 3/16″, ces nombres sont respectivement

vitesse pour que les grenailles soient bien soulevées par l'action de l'eau : la descente doit au contraire se faire assez lentement pour que les grenailles se tassent d'elles-mêmes, sans que le mouvement imprimé à l'eau par le piston vienne accélérer leur chute. La levée du piston tend à produire au-dessous de lui un vide; il faut donc, pour que le mouvement soit possible, que l'air puisse s'introduire dans la partie inférieure de la cuve. L'air extérieur entre par les orifices *p'*, *p'*, et les canaux latéraux *p*, *p*. L'eau placée sous le piston reste à peu près immobile, pendant que celle supérieure est soulevée et agit sur les minerais : une très-petite partie tombe sous le piston, entraînant les matières fines, par l'espace très-petit entre les parois du piston et de la cuve. Le balancier n'a donc à soulever dans ce mouvement ascensionnel que l'eau supérieure au piston et le minerai.

Pendant la descente, l'air introduit sous le piston soulève la soupape et vient se loger au-dessus de l'eau sous la grille. Dans la levée suivante cet air est pressé contre le minerai et s'échappe latéralement par les ouvertures *n*, *n*.

Ces mouvements de l'air évitent l'emploi d'une double colonne d'eau en mouvement alternatif, mais rendent la construction de l'appareil un peu plus compliquée.

Les cribles à piston inférieur présentent sur les précédents le grand avantage d'une action bien uniforme de l'eau sur toutes les parties des grilles : ils exigent à peu près la même force motrice, la

---

5″=0^{m},120 et 2″ 1/2= 0^{m},06, et pour les sables 6″=0^{m},144 et 1″ 1/2 à 2″ =0,036 à 0,048. Le nombre des levées du piston est toujours de 40 à 45 par minute.

même main-d'œuvre; ils ne dépensent pas une plus grande quantité d'eau que les cribles à piston latéral.

Dans quelques ateliers on a transformé des cribles jumeaux en cribles à piston inférieur, en utilisant l'ancien corps de pompe comme réservoir d'eau. Les cribles sont alternativement l'un en activité, l'autre en repos, et chaque piston met en mouvement une colonne d'eau oscillante, qui s'élève ou s'abaisse dans l'ancien corps de pompe, suivant que ce piston descend ou monte dans la cuve. Ces cribles fonctionnent bien, mais demandent une force motrice un peu plus grande que ceux dans lesquels l'intervention de l'air remplace la colonne d'eau latérale : cela se conçoit aisément, puisque le piston, en montant rapidement, doit mettre en mouvement derrière lui toute la masse d'eau contenue dans la cuve et dans la caisse latérale, en même temps que l'eau supérieure et le minerai placé sur la grille, tandis que dans les cribles à air le piston ne doit produire que cette dernière action.

Avantages des cribles à piston.

Si l'on compare entre eux les trois cribles à cuve, à piston latéral, à piston inférieur, on ne trouve pas une très-grande différence au point de vue de la force motrice, de la main-d'œuvre, et même de la quantité de minerai classé dans un temps donné. C'est par la perfection plus grande du classement en richesses différentes que les cribles à piston l'emportent de beaucoup sur les cribles à cuve, principalement pour les grosses grenailles (1). Le dernier système, à piston inférieur, donne les résultats

(1) Pour les fines grenailles ou les gros sables, les cribles à cuve donnent d'assez bons résultats.

les plus satisfaisants, pour l'uniformité de l'action de l'eau, la bonne division des grenailles et l'indépendance relative des soins apportés par l'ouvrier et le surveillant à régler les diverses parties de l'appareil.

En résumé, l'avantage des bons cribles à piston latéral, et surtout des cribles à piston inférieur, consiste en un rendement supérieur en stùfferz et et en grenailles de qualité schùrerz, retirés d'un minerai donné. Cet avantage est tellement évident qu'on n'a pas cherché à le traduire par des nombres.

Appareils employés pour le classement et le lavage des sables et des schlamms.

Les sables et les schlamms proviennent de plusieurs appareils différents, et par suite de minerais de richesses différentes : il est très-important de conserver pour les matières fines la même séparation que pour les fragments à grenailles, c'est-à-dire de traiter séparément, bien que sur les mêmes appareils, celles qui proviennent de minerais plus ou moins riches, les plus pauvres donnant toujours au lavage une perte en métaux relativement plus considérable. On doit donc conduire dans des schossgerenne différents les sables et schlamms provenant :

1° Des cylindres broyeurs, tant du dùrchlass que des separations-rätter;

2° Des batteries des bocards qui bocardent les grenailles et minerais riches;

3° De la batterie bocardant fin les minerais et grenailles pauvres;

4° Des rätterwäsche du grubenklein.

Ces quatre systèmes se trouvent dans l'atelier

de Bergwerks-Wohlfahrt, que nous décrirons plus loin, et dans lequel on traite toutes les qualités de minerai.

Pour les schlamms la séparation des qualités différentes est moins importante; aussi dans ce même atelier n'a-t-on disposé que deux labyrinthes, l'un pour les schlamms des minerais un peu riches, l'autre pour ceux des minerais très-pauvres. Chacun d'eux communique avec une série particulière de bassins de dépôt. Quant aux schlamms donnés par le lavage aux différents appareils, ils sont conduits au labyrinthe ou dans des bassins de dépôt, suivant leur richesse et leur degré de finesse.

Débourbage. Nous commencerons par les schossgerenne ou caisse de débourbage. Le but du débourbage est de séparer les sables en deux qualités, et de faire entraîner les schlamms par l'eau. Ce but n'est pas atteint, même approximativement; on arrive bien à ce que les schlamms ne contiennent pas de sables; mais ceux-ci retiennent toujours une très-forte proportion de schlamms, lesquels compliquent beaucoup le lavage ultérieur.

Schossgerenne. L'appareil de débourbage se compose de deux parties, nommées schossgerenne, unterchossgerenne; la première donne des sables un peu gros, la seconde des sables fins.

Le schossgerenne a les dimensions suivantes:

Longueur totale...	6′ = 1m,728	
Largeur.......	10″ = 0m,24	
Profondeur.....	8″ = 0m,192	vers la tête.
—	3″ = 0m,072	au pied.

Le fond est par conséquent incliné en sens contraire du mouvement de l'eau, et le pied forme

déversoir, par lequel les sables fins et les schlamms passent avec l'eau dans l'unterschossgerenne. Ce dernier est disposé de la même manière :

Sa longueur est seulement de	$4' = 1^m,152$
Sa largeur.	$10'' = 0^m,24$
La profondeur.	$6'' = 0^m,144$ à $3'' = 0^m,072$

On n'a pás besoin de faire arriver d'eau pure dans l'appareil ; celle qui provient du separationsrätter est plus que suffisante.

L'ouvrier agite avec sa pelle les sables qui se déposent dans le schossgerenne, en les remontant contre le courant, et enlève tout ce qui peut rester sur sa pelle ; ce sont les sables les plus gros mélangés d'une proportion plus ou moins grande de sables fins et schlamms. Il les dépose sur une aire, disposée entre les schossgerenne et les caissons.

Il travaille ensuite les sables plus fins dans l'unterschossgerenne, en les agitant dans l'eau, les remontant contre le courant jusqu'au déversoir ; il les rejette dans le schossgerenne, quand il s'aperçoit que les sables restant sur la pelle contiennent encore une certaine quantité de gros grains. Quand ce cas n'a pas lieu, il dépose les sables fins sur une aire spéciale.

Il faut un ouvrier pour deux appareils de débourbage, ou deux ouvriers pour trois appareils.

L'appareil de débourbage donne, en somme, deux produits : sables gros, sables fins.

Labyrinthes.

Chacun des deux labyrinthes se compose d'une série de longs canaux en bois, larges de $10'' = 0^m,240$, profonds de $10'' = 0^m,240$, à fond presque horizontal, et dont la somme des longueurs dépasse $100' = 28^m,80$. Leur disposition est du reste

Deux ouvriers suffisent pour la double manœuvre, retirer les schlamms à la pelle, les déposer sur les aires, et les charger ensuite en temps convenable dans les caisses à palettes, destinées à les mettre de nouveau en suspension dans l'eau.

Quant aux bassins intérieurs, leur vidange est un travail exceptionnel, pour lequel on réunit les ouvriers libres de l'atelier.

Nous n'avons pas besoin d'énumérer de nouveau les inconvéniens des labyrinthes, ni même d'ajouter que le maniement des schlamms très-humides rend les ateliers extrêmement sales.

Les gros sables d'origines différentes, retirés des schossgerenne, sont traités dans les mêmes caissons, mais séparément. Ils sont très-peu homogènes; la plus grande partie des grains est bien comprise entre 1/2″ et 1‴, $0^{m},001$ et $0^{m},002$, mais le débourbage y laisse toujours une proportion de schlamms et sables très-fins, d'autant plus grande que l'ouvrier apporte moins de soins à son travail. Les caissons allemands ne suffisent pas pour faire la séparation complète des schlamms et l'enrichissement des sables; il faut un grand nombre d'opérations successives sur différents appareils, avant d'arriver au résultat définitif: du schlich riche, des sables pauvres à bocarder fin, et des matières fines bonnes à laver sur les tables dormantes.

Après ces considérations générales, nous allons faire connaître les schlämgräben ou caissons allemands, et l'appareil complexe du planherd.

Caissons allemands, schlamgräben. *Pl. X, fig.* 1, 2.

Les caissons sont ordinairement employés en deux systèmes, chacun de trois caissons : un d'eux est représenté *Pl. X*, *fig.* 1, 2.

AA est la tête du caisson; c'est une simple caisse à fond incliné, dans laquelle on charge à la pelle

les sables à laver; l'ouvrier les fait ensuite progressivement tomber, avec son rable, dans le caisson disposé un peu au-dessous.

BB, corps du caisson : longueur, 13 à 14' = 3m,744 à 4m,032; largeur, 22" = 0m,528; profondeur, 22" = 0m,528 : inclinaison du fond, 1" par pied, soit de 13 à 14" = 0m,312 à 0m,336 pour la longueur totale; la paroi verticale au pied du caisson est percée de cinq trous équidistants, 1" = 0m,024 de diamètre, disposés sur la même verticale.

Le fond du caisson présente vers le pied un abaissement brusque de 1/2"' = 0m,036 de hauteur sur 16" = 0m,384 de longueur; cette partie est nommée le bassin du caisson.

La disposition adoptée pour amener l'eau en nappes régulières dans les caissons est assez importante :

L'eau arrive par le canal E, puis par *e* dans la caisse E'E'; elle coule ensuite dans les caissons par les conduits L : ces derniers la font arriver dans des compartiments M, desquels elle sort en nappes par les déversoirs *i*. Un trop plein *g* conduit l'eau en excès dans le canal de décharge D. Presque toutes ces parties sont placées sous les têtes des différents caissons.

Les ouvriers placent, pour travailler, les minerais dans les caisses latérales N, N, N.

Pour recueillir les sables et les schlamms les plus riches des bassins *p*, P, P, sont disposés au-dessous du niveau du sol de l'atelier, et communiquent entre eux par des déversoirs. Les schlamms les plus fins sont entraînés par le conduit O vers le labyrinthe.

Dans le bassin *p* se déposent les sables sortant

des caissons; en PP on recueille seulement des schlamms.

L'outil dont se servent les ouvriers pour le travail aux caissons est un rable en bois, à manche court. Les dimensions sont : pour la tête, 4", 0m,096, sur 12" 0m,288, pour le manche 4' = 1m,152.

Travail. Nous considérerons d'abord le premier système de trois caissons, celui sur lequel on travaille les sables retirés des schlossgerenne : les caissons sont désignés par des nos 1, 2, 3.

Caisson n° 1. Les sables sont placés en tas sur le sol de l'atelier; on les charge à la pelle sur la tête du caisson n° 1; le laveur (schlämmer) les fait tomber dans le caisson par petites quantités; chaque fois environ 1/2^{c} = 0mc,0119. L'eau arrivant en nappe continue entraîne rapidement le minerai vers le pied du caisson, le laveur doit le remonter sans cesse, en ayant soin de n'agir qu'à la surface; il fait ainsi couler plus facilement les matières fines et cherche à remonter les plus gros sables vers la tête.

Au pied du caisson le laveur maintient une certaine hauteur d'eau à peu près immobile, dont la surface occupe toute la longueur du bassin, en fermant les orifices les plus bas, à mesure que les sables déposés dans le caisson atteignent ces orifices. Sans cette précaution, le mouvement de l'eau serait assez rapide pour entraîner une proportion notable de sables dans le bassin *p* : il est cependant impossible d'éviter complétement la sortie des sables.

Le caisson s'emplit assez rapidement : il faut au plus trois quarts d'heure pour accumuler les sables jusqu'à la hauteur de 16" = 0m,384 près de la tête; au pied, la hauteur ne dépasse pas 14" = 0m,336.

Le volume des sables est de 36^{lc} environ, soit $0^{mc},86$.

Dès que le caisson est plein, l'ouvrier arrête le courant d'eau, ouvre toutes les ouvertures du pied et laisse l'eau contenue dans les sables s'écouler par ces orifices.

La quantité d'eau nécessaire au lavage est variable avec la richesse et la nature des minerais traités : plus les sables sont gros et bien débourbés, plus on peut conduire rapidement le lavage ; avec des sables assez fins et mélangés d'une forte proportion de schlamms, le laveur doit aller plus lentement et travailler davantage les sables dans le caisson.

On estime à $1^{lc} = 0^{mc},0239$ par minute la quantité d'eau nécessaire, dans le cas des sables ordinaires bien débourbés.

Il est bien évident qu'un lavage aussi rapide ne peut produire qu'un commencement de séparation, tant des schlamms que des différentes qualités de sables. Vers la tête du caisson se trouvent des sables plus riches, moins mélangés de schlamms que les sables primitifs ; vers le pied, la richesse des sables diminue progressivement, et la proportion des schlamms augmente.

Quand l'eau des caissons est bien écoulée, le laveur trace à la surface du sable et avec le coin de son rable, deux traits, indiquant la division des sables en trois qualités différentes, limitées par les plans verticaux passant par les traits. Leur position n'est pas laissée à la disposition de l'ouvrier ; il doit les tracer en regard de deux entailles faites dans l'une des parois du caisson.

La première qualité de sables s'étend depuis la tête jusqu'au milieu du caisson ; elle est enlevée et jetée à la pelle sur la tête du caisson n° 2.

La seconde qualité occupe 10″ = 0m,240 horizontalement; elle est considérée comme très-analogue aux sables des schossgerenne, et jetée sur la tête du caisson n° 1 pour être passée dans le travail suivant, en même temps que les nouveaux sables.

La troisième qualité, vers le pied du caisson, est composée de sables plus fins, plus pauvres et presque aussi mélangés de schlamms que les sables primitifs; ils sont jetés sur une aire au pied des caissons, et de là auprès du durchlass de l'appareil du planherd.

Quand les minerais sont barytiques on fait une quatrième qualité; on enlève à part les sables les plus voisins de la tête, sur 5 ou 6″ = 0m,12 à 0m,144; ils sont barytiques, ne contiennent pas sensiblement de schlamms, et peuvent être travaillés sur deux cribles fins.

Nous ne parlerons pas ici des sables et schlamms des bassins *p*, P : nous indiquerons plus loin de quelle manière ils sont traités.

Dans une journée de 10 heures on peut facilement faire 8 opérations complètes, et même aller jusqu'à 9, c'est-à-dire traiter 50 tonnes = 333 pieds cubes = 7mc,8587 de sables retirés du schossgerenne; les produits obtenus sont dans les rapports suivants :

50 tonnes de sables donnent (1) :

1° 25 tonnes de sables enrichis, bons pour le caisson n° 2;

2° 3 à 4 tonnes de sables rentrant au travail au caisson n° 1;

(1) On a rarement à traiter une quantité aussi grande dans un seul atelier : le nombre 50 tonnes est la limite supérieure du volume de sables qu'on peut passer au caisson n° 1.

3° 16 à 18 tonnes de sables pauvres, envoyés au planherd;

4° 6 à 3 tonnes de schlamms et sables, entraînés par l'eau en dehors du caisson.

Le lavage au caisson n° 2 des sables provenant de la tête du n° 1, est fait absolument de la même manière; le travail est conduit avec un peu plus de soins. Il faut un peu moins de trois quarts d'heure pour emplir un caisson.

On obtient encore trois produits, sans compter les sables et schlamms qui sortent du caisson :

1° Depuis la tête jusqu'au milieu de la longueur, sables plus riches et bien moins mélangés de schlamms que ceux soumis au lavage; ils sont reportés sur la tête du caisson n° 2 pour être lavés et enrichis encore une fois avant de passer sur le caisson n° 3;

2° Au milieu du caisson, sur 12″ = 0m,288 environ de longueur, sables ayant à peu près la même nature que ceux provenant du caisson n° 1 : on les réunit à ces sables pour un lavage ultérieur;

3° Vers le bas du caisson, sables plus fins, plus pauvres et plus mélangés de schlamms : ils sont envoyés au travail du planherd.

Le premier sable est soumis, sur le même caisson n° 2, à un second lavage donnant :

1° Depuis la tête jusqu'au milieu du caisson, sables enrichis, bons pour être traités au 3e caisson;

2° Sables occupant vers le milieu environ 2′ = 0m,576 de long; ils sont mêlés aux sables enrichis du premier lavage et traités avec eux dans une opération suivante;

3° Jusqu'au pied du caisson, sables pauvres, encore accompagnés d'une proportion notable de schlamms, bons à passer au travail du planherd;

Le nombre des opérations faites au caisson n° 2 dans un temps donné, peut être moindre que sur le caisson n° 1 (1). En effet, le travail au caisson n° 1, de 50 tonnes de sables, donne seulement de 25 à 28 tonnes pour le n° 2, pour le premier lavage, et pour le second au plus 14 tonnes. Sur cette quantité 7 tonnes sont mises sur la tête du caisson n° 3.

On estime en outre que le caisson n° 2 donne :

Pour le planherd, 8 à 9 tonnes :

En sables fins et schlamms, entraînés hors du caisson, 2 à 3 tonnes.

Caisson n° 3. Au caisson n° 3 les sables enrichis du n° 2 sont soumis à un premier lavage, avec une quantité d'eau un peu moindre, et avec plus de soins de la part de l'ouvrier; chaque opération donne les produits suivants ;

1° A peu près jusqu'au milieu du caisson, sables enrichis, qui doivent être soumis aux opérations ultérieures dans le même caisson. Ils ne contiennent presque plus de schlamms, mais seulement des grains plus ou moins gros et riches;

2° Depuis le milieu jusqu'à 2′ = 0m,576 du bas du caisson, sables fins, ne contenant pas non plus une quantité notable de schlamms, bons à passer sur le second système de caissons comme schwänzel :

3° Jusqu'au pied du caisson, sables pauvres et

(1) Pour donner plus de régularité au travail, on passe dans chaque opération au caisson n° 2 une quantité de sables un peu moindre que dans les lavages au n° 1. L'opération dure à peu près le même temps, et l'ouvrier peut apporter plus de soins.

mélangés de schlamms, qui doivent être traités au planherd.

On ne passe pas ordinairement plus de 3 tonnes $=0^{mc},4715$ par opération, en faisant arriver $3/4^{'c}=0^{mc},018$ d'eau par minute; le laveur doit mettre environ 1 heure pour chaque opération.

La première qualité des sables retirés du caisson est traitée absolument de la même manière;

La moitié supérieure du caisson est mise de côté pour être lavée de nouveau : tout le milieu, jusqu'à $1'=0^{m},288$ du pied, est envoyé aux caissons des schwänzel; enfin le bas est envoyé au planherd.

Les nouveaux sables riches sont soumis à un nouveau lavage sur le caisson n° 3; mais on n'obtient plus que deux qualités :

1° Sables enrichis occupant la moitié supérieure;

2° Sables occupant la moitié inférieure, envoyés aux schwänzel-graben.

On continue ces opérations, donnant chacune pour la suivante des sables de plus en plus riches, jusqu'à ce qu'on obtienne du schlich bon à fondre. Les sables schwänzel, donnés par ces lavages successifs, sont de plus en plus riches, et il ne faudrait pas mélanger les derniers obtenus avec les premiers, pour le travail aux schwänzel-graben; on est donc obligé à diviser les schwänzel en deux qualités qui sont traitées séparément sur le second système de caissons.

Pour ne pas mettre en dépôt un grand nombre de sables de qualités différentes, on lave de suite, au caisson n° 3, les sables enrichis successivement; les opérations sont faites par suite sur des quantités

décroissantes, et on ne profite pas de la grande profondeur donnée au caisson.

Les sept tonnes de sables riches provenant du caisson n° 2, arrivant au n° 3, sont divisées dans la proportion suivante :

2 tonnes de sables envoyés au planherd :

4 tonnes de schwänzel de deux qualités (à peu près parties égales de schwänzel riches et de schwänzel pauvres) :

1 tonne de schlich, et de matières fines entraînées hors des caissons. La quantité de schlich dépend de la richesse et de la nature des sables soumis au lavage : elle ne dépasse pas ordinairement 1/2 tonne, soit 1 p. 100 de la quantité de sables retirés du schossgerenne.

En résumé le travail des sables, au premier système de caissons, donne les produits suivants :

Pour 100 de sables, en volume :

Schlich bon à fondre, environ.	1
Schwänzel.	8
Sables pauvres pour le planherd.	70 à 72
Sables et schlamms entraînés hors des caissons.	19 à 21

La plus forte proportion des produits est donc pour le travail au planherd.

Les sables et schlamms, entraînés hors des caissons, sont recueillis en partie dans les bassins *p*. P. P., en partie dans le labyrinthe.

Les sables et schlamms du bassin *p* sont envoyés au travail du planherd ; les schlamms des bassins *p* sont lavés sur le premier système des tables dormantes.

Personnel. Le travail des trois caissons exige six ouvriers ; trois sont des enfants, dont la fonction est d'enlever à la pelle les sables lavés et de les déposer

soit sur les têtes des caissons, soit sur les aires de dépôt : ils se réunissent deux pour un caisson.

Les trois autres sont chargés du lavage, et chacun d'eux a son caisson spécial : on confie le caisson n° 3 au plus habile des trois laveurs, et il doit surveiller tout le travail sous la direction du steiger.

Les schwänzel sont des sables plus fins et en même temps plus riches que les sables retirés du schossgerenne : ils en diffèrent surtout parce qu'ils ne contiennent qu'une proportion à peu près insignifiante de schlamms. Schwänzel.

On en distingue ordinairement quatre qualités :

1° Schwänzel assez pauvres contenant un peu de matières fines, provenant des premières opérations au caisson n° 3;

2° Schwänzel plus riches, ne contenant plus de matières fines, provenant des dernières opérations au caisson n° 3;

3° Les sables provenant des gradins de l'abfallgerenne, au travail du planherd : ils sont ordinairement assez gros, assez pauvres, et ne renferment pas de schlamms;

4° Schwänzel provenant des opérations sur le second système de caissons.

Ces qualités sont traitées de la même manière, mais séparément, sur le second système de caissons, schwänzel-gräben : on emploie une quantité d'eau d'autant plus faible que les schwänzel sont plus fins.

La série des opérations est tout à fait pareille à celle que nous venons d'exposer pour le premier enrichissement des sables; les caissons ont également la même disposition, les mêmes dimensions.

Les produits obtenus sont seuls différents, par la raison que les schwänzel ne renferment plus de schlamms en proportion notable. Chaque opération donne :

1° A la partie supérieure du caisson, à peu près jusqu'à la moitié de la longueur, sables enrichis, soumis aux lavages ultérieurs, soit sur le même caisson, soit sur le caisson suivant ;

2° Vers le milieu, sables repassés au même lavage, pour les premières opérations, et considérés comme une nouvelle qualité de schwänzel, pour les dernières. Les schwänzel sont amassés et traités ensuite séparément quand leur quantité est suffisante ;

3° Jusqu'au pied du caisson, sables plus pauvres, se prêtant très-bien au criblage ; ils sont ordinairement traités sur deux cribles jumeaux disposés en face des caissons.

Le schlich obtenu au caisson n° 3 est nommé schwänzel-schlieg ; il est aussi pur et plus fin que le graben-schlieg donné par le premier système de caissons.

La quantité d'eau nécessaire au lavage des schwänzel dépend de leur qualité, et de plus elle varie pour chacune avec le nombre des opérations auxquelles les sables ont été soumis ; c'est-à-dire que dans le traitement d'une même qualité de schwänzel, on emploie plus d'eau au caisson n° 1 qu'au caisson n° 2 et à celui-ci qu'au n° 3. On évalue la quantité d'eau, pour les minerais de richesse moyenne, à 3/4^{c}, 3/5^{c}, 3/6^{c}, 0^{mc},018, 0^{mc},143, 0^{mc},012 par minute, pour les caissons respectifs, n° 1, n° 2, n° 3. La quantité d'eau est du reste déterminée par le laveur d'après son expérience et l'effet produit sur les sables qu'il lave.

Il faut pour les trois schwänzel-graben, trois laveurs et trois jeunes garçons pour vider les caissons. Personnel.

Le schwänzel-schlieg est toujours produit en quantité plus forte que le graben-schlieg; nous avons vu précédemment que 100 p. (en volume) de sables donnent environ 1 p. de graben-schlieg et 8 de schwänzel. Le lavage de ces schwänzel donne à peu près : 1 1/2 de schwänzel-schlieg, et en définitive 6 p. de sables pauvres par les cribles; la proportion des matières entraînées par l'eau en dehors des caissons est très-faible.

En résumé on peut établir ainsi qu'il suit la division approximative des sables retirés du schossgerenne, dans le travail fort long aux deux systèmes de caissons :

100 p. de sables donnent :

Graben-schlieg.	1
Schwänzel-schlieg.	1 1/2
Sables pour les cribles fins. .	6
Sables pour le planherd. . . .	70 à 72
Sables et schlamms.	19 1/2 à 21 10

Ces nombres se rapportent au cas des minerais de la qualité pocherz, bocardés ou cylindrés. Dans les ateliers qui reçoivent des minerais plus riches, on retire du schossgerenne correspondant aux cylindres des sables donnant aux caissons plus de 5 p. 100 de schlieg. Au contraire, les sables qui proviennent des bocardages fins, donnent moins de 1 p. 100 de schlieg et plus de 50 p. 100 de matières fines entraînées par l'eau hors des caissons.

L'ensemble des appareils désignés par le nom de planherd comprend : Planherd, Pl. XI, fig. 1, 2.

1° La caisse de débourbage, ou durchlass;

2° L'abfallgerenne, ou canal incliné avec gradins;

3° La table à toiles ou plannenheerd;

4° Les bassins, pour les schlamms du débourbage et pour les sables qui ne sont pas arrêtés par les toiles; leur disposition est représentée en élévation et en plan, dans la *Pl. XI*, *fig.* 1. 2.

Durchlass. Le durchlass se compose de deux caisses allongées A. A′; la première est longue de 5′ = 1^{m},440, large de 1′ = 0^{m},288, et profonde de 10″ = 0^{m},24; la seconde a la même largeur, sa longueur est de 3′ = 0^{m},864; elle communique par un déversoir et un canal *d′ d* avec les bassins de dépôt *c. c.*, et ceux-ci avec le labyrinthe.

Les lignes ponctuées de la fig. 1 indiquent la forme du fond des deux caisses.

Les matières à débourber sont placées sur la tête inclinée *a*, sur laquelle arrive un courant d'eau par le canal *b*.

Dans tous les ateliers du Harz les deux caisses sont disposées à une certaine hauteur; l'ouvrier travaille debout sur les parois, élevées de 3′ environ; il peut ainsi jeter facilement avec sa pelle, dans la trémie de l'abfallgerenne, les sables qu'il retire du durchlass.

Abfallgerenne. L'abfallgerenne est un canal incliné à raison de 3″ par pied, large de 14″ = 0^{m}336, profond de plus de 1′ = 0^{m},288, long de 22′ = 6^{m},336 au moins (D. D. D.), dont le fond est taillé en gradins, comme l'indiquent les lignes ponctuées de la fig. 1. D'un côté l'abfallgerenne débouche sur la tête de la table à toile, de l'autre il est muni d'une trémie E, dans laquelle l'ouvrier jette à la pelle les sables débourbés, en même temps qu'arrive un

courant constant d'eau par le canal F, lequel communique avec la conduite générale H.

La table à toiles G G présente une surface plane, inclinée de 1'' par 1', longue de 18 à 24' — 5^{m}, 184 à 6^{m},812, large de 4' = 1^{m},152, munie d'une tête trapezoïdale LL, taillée en gradins. Le pied de la table avance au-dessus d'un petit bassin M, enfoncé au-dessous du niveau du sol de l'atelier et communiquant par le canal M' avec une série de bassins extérieurs. Plannenheerd.

Les gradins de la tête de la table et ceux de l'abfallgerenne ont de 3 à 4'' de profondeur (0^{m},872 à 0^{m},096) suivant la nature des minerais qu'on traite dans les différents ateliers.

Sous la tête de la table est disposée une caisse à déversoir I, dans laquelle l'eau arrive par le conduit *i*. C'est par là qu'on fait couler l'eau en nappe continue sur les toiles, pendant le travail qui précède leur enlèvement.

Les toiles ont 6' de long sur 2 de large, 1^{m},728 sur 0^{m},576.

Elles sont simplement posées transversalement sur la table, chacune avançant sur la suivante de 2 à 3'', 0^{m},048 à 0^{m},076.

Pour le lavage des toiles on place à côté de la table trois caisses X X X, simplement posées sur le sol; leurs dimensions sont peu importantes, elles n'ont pas besoin d'avoir plus de 2' de côté (0^{m},576) et 2' de profondeur.

Bassins. Les bassins de dépôt C, pour les schlamms provenant du débombage, ont des dimensions variables avec l'espace que la disposition des ateliers permet de leur consacrer. Il faut au moins deux bassins de 16'' = 0^{m},384 de profondeur, 3 à 4' = 0^{m},864 à 1^{m},152 de longueur, et de 20'' à 24'' =

$0^m,48$ à $0^m,576$ de largeur. Ils communiquent entre eux par des déversoirs, et le dernier avec le labyrinthe par un canal souterrain.

Les bassins extérieurs, dans lesquels se rendent les sables et schlamms, non arrêtés par les toiles de la table, sont au nombre de cinq, et disposés comme les deux caisses de débourbage, c'est-à-dire que leurs fonds sont inclinés en sens contraire du courant d'eau : ces bassins ont 5' sur 3' = $1^m,44$ sur $0^m,864$ horizontalement et 3' = $0^m,864$ à leur plus grande profondeur. Ils communiquent entre eux par des déversoirs, et les eaux chargées de schlamms, qui s'échappent du dernier, se rendent par un conduit large de 1' = $0^m,288$, dans une série de grands bassins de dépôt pour les schlamms.

Travail. Les sables provenant des deux systèmes de caissons renferment des grains de dimensions très-différentes, et une proportion très-notable de matières fines. Le travail de ces sables a pour but : 1° de séparer la plus grande partie des schlamms, par le débourbage au durchlass;

2° De recueillir dans les gradins de l'abfallgerenne et dans ceux de la tête de la table, les sables assez riches pour qu'on puisse les traiter avec avantage sans les bocarder fin;

3° D'arrêter par les aspérités des toiles les paillettes de galène, de manière à obtenir une certaine quantité de schlich bon à fondre;

4° De classer, par un nouveau débourbage dans les bassins intérieurs, les sables pauvres et schlamms, en schlamms, entraînés dans les bassins de dépôt, et en sables pauvres, qui doivent passer au bocard.

Débourbage. Les sables à débourber sont chargés sur la tête

du durchlass et entraînés par l'eau dans le premier compartiment. Un ouvrier, debout sur les bords de la caisse, agite vivement avec une pelle, en remontant les sables contre le courant d'eau, afin de faire entraîner les sables les plus fins et les schlamms. Tout ce qui peut rester sur la pelle est chargé immédiatement dans la trémie de l'abfallgerenne.

L'ouvrier travaille de temps en temps les matières qui se déposent dans le second compartiment, les agite en les remontant contre le courant d'eau, et fait ainsi entraîner la presque totalité des schlamms, lesquels vont se disposer, en partie dans les bassins CC, en partie dans le labyrinthe. Quand l'ouvrier s'aperçoit que les sables du second compartiment renferment encore une certaine proportion de gros grains, il les fait repasser dans la première caisse : quand au contraire les sables sont suffisamment fins, il les dépose sur une aire spéciale, à côté du durchlass.

Dans les bassins CC les schlamms déposés ne sont soumis à aucune manipulation ; ils sont enlevés quand les bassins sont à peu près remplis.

Les produits du débourbage sont donc :

1° Gros sables, jetés dans la trémie de l'abfallgerenne ;

2° Sables fins, de la seconde caisse, destinés au lavage sur les caissons des schwänzel, ou bien au travail du sicheitrogg ;

3° Schlamms déposés dans les bassins CC ; lavés sur le premier système des tables dormantes ;

4° Schlamms fins, se rendant au labyrinthe et se mélangeant avec ceux donnés par les autres opérations.

Abfallgerenne. Les gros sables, retirés à la pelle de la première caisse du durchlass, chargés dans la trémie de l'abfallgerenne, sont entraînés par un assez fort courant d'eau. Les grains les plus gros et les plus lourds se déposent dans les gradins, retenant encore une faible quantité de sables fins et schlamms. Quand les gradins sont pleins de sables, on cesse de charger du minerai dans la trémie, et l'ouvrier vient agiter les sables dans les gradins successifs, en commençant par les plus élevés. Le nouveau débourbage achève de faire partir les matières fines et les sables légers, tout à fait stériles; il ne reste dans les gradins que les sables un peu gros et un peu lourds. Ils sont enlevés et déposés sur une aire spéciale. On recommence ensuite à charger les sables du durchlass, etc.

L'abfallgerenne ne sert donc qu'à séparer une certaine proportion de sables de richesse moyenne, bien dégagés de matières fines. Ils sont traités, suivant leur nature, soit aux cribles fins s'ils sont un peu gros, soit aux caissons des schwänzel s'ils sont un peu fins.

Plannenheerd. Les sables fins et légers, les schlamms, qui ne s'arrêtent pas dans les gradins de l'abfallgerenne, arrivent sur la tête du plannenheerd et ensuite sur les toiles. Les gradins de la tête retiennent encore une certaine proportion de sables plus fins que ceux déposés dans l'abfallgerenne; sur les toiles se fixent les paillettes de minerai et des sables fins. Quand les toiles disparaissent sous le dépôt de sables, on arrête le chargement dans la trémie de l'abfallgerenne, on débourbe les sables dans les gradins; on enlève les sables débourbés, et on cesse de faire arriver l'eau sur la tête de la table; au contraire, on ouvre le canal *i*, de manière à ce que

l'eau vienne couler sur les toiles en nappe continue, par le déversoir de la caisse I. L'ouvrier armé d'un rable fait descendre autant que possible les sables vers le pied de la table, en évitant que les paillettes de minerai ne se dégagent des aspérités des toiles et ne soient entraînées par l'eau.

Après quelques minutes de travail, les toiles supérieures paraissent chargées de schlich assez pur, tandis que les toiles inférieures offrent un mélange de schlich et de sables plus ou moins fins. Il serait impossible de dégager ces sables sans faire entraîner en même temps par l'eau une portion notable du schlich. Aussi l'ouvrier doit-il se borner à bien purifier les toiles les plus voisines de la tête.

Quand l'enrichissement sur les toiles est arrivé au point indiqué par le steiger, l'ouvrier ferme le conduit *i*, enlève les cinq premières toiles, les lave dans la première caisse, puis les cinq suivantes, et les lave dans la seconde caisse, et enfin les toiles du pied, dans la dernière caisse.

Il remet ensuite les toiles en place et le travail recommence dans tout l'ensemble des appareils.

Les produits des plannenherd sont de trois qualités :

1° Dans la première caisse, schlich bon à fondre;

2° Dans la seconde caisse, schlich assez pauvre, mais qui est cependant considéré comme bon à fondre;

3° Dans la troisième, schlich très-impur, mélangé de sables pauvres. Ce dernier produit est très-difficile à enrichir, en raison de sa nature; il contient des sables pauvres et des matières fines très-riches; la séparation des sables sur un appa-

reil spécial donnerait lieu à des pertes considérables en métaux ; aussi faut-il se résigner à reporter au durchlass les matières de la troisième caisse.

Bassins. Les différents appareils ne retiennent qu'une partie des sables et des matières fines très-pures : le reste est recueilli dans les bassins extérieurs du débourbage et dans les bassins de dépôt.

Dans les premiers, deux ouvriers débourbent les sables à la pelle, afin de faire bien sortir toutes les matières fines; les sables débourbés sont mis en dépôt pour le travail d'hiver. Les schlamms sont entraînés aux bassins de dépôt.

En résumé, l'ensemble de ces appareils, servant de complément aux caissons, donne les résultats suivants :

1° Par le premier débourbage, on sépare la plus grande partie des matières fines, et on en fait un classement approché au moyen des premiers bassins de dépôt : on divise les sables en deux classes, d'après leur grosseur;

2° Par l'abfallgerenne et la tête du planherd, on sépare les sables assez riches pour être traités sur des cribles, ou au moins pour être lavés très-facilement sur les caissons ;

3° Sur les toiles des planherd, on recueille les parcelles de minerai, et on obtient deux qualités de schlich ;

4° Dans les bassins de débourbage, on produit la séparation de toutes les matières fines, qui vont se déposer plus loin dans les grands bassins, et on obtient les sables très-pauvres, desquels on ne peut retirer du schlich que par un bocardage très-fin.

La quantité d'eau nécessaire au bon travail dans ces appareils est assez considérable : il ne

faut pas moins de 2 pieds cubes = $0^{mc},0478$ par minute pour le durchlass, et $7'^{c} = 0^{mc},1673$ pour l'abfallgerenne et le planherd.

On pourrait facilement traiter dans une journée de 10 heures un treiben = $6^{mc},368$ de sables provenant des caissons : cependant, on pense, dans certains ateliers, que les opérations ne réussissent bien qu'autant qu'on n'opère que sur une faible quantité de matière, et pour traiter un treiben en dix heures, on emploie deux appareils juxtaposés.

Deux hommes et un gamin suffisent parfaitement pour toutes les opérations, au durchlass, à l'abfallgerenne, et au planherd ; il faut encore deux hommes pour le débourbage dans les bassins extérieurs. Personnel.

Le sichertrogg, employé pour le lavage des sables fins et schlamms retirés à la pelle du unterschossgerenne, est disposé comme une table à secousses entre quatre montants verticaux, assemblés vers le haut avec quatre traverses et en bas sur une fondation solide en bois. Sichertrogg. *Pl. X, fig. 3, 4.*

La table A a $6' = 1^{m},728$ de long sur $3' = 0^{m},764$ de large : elle est suspendue aux montants par quatre chaînes inclinées $\alpha.\alpha. = 6.6.$ les chaînes 6 sont accrochées à des anneaux fixes ; les chaînes α s'enroulent sur un treuil C, dont on détermine la position fixe au moyen d'un déclic *d*. On peut ainsi, comme dans les tables à secousses, faire varier la longueur des chaînes inférieures, et par conséquent l'inclinaison de la table.

Le châssis de la table est terminé par un madrier horizontal, qui vient butter contre deux montants *e*, solidement maintenus par des arcs-boutants. L'écartement de la table de sa position

de repos est déterminé par le système de leviers *i i i*, en relation avec un arbre à rames.

Les matières à laver sont déposées dans la grande caisse fixe G, à fond incliné : l'ouvrier les fait tomber sur la table, en temps convenable, avec son rable.

L'eau nécessaire au lavage arrive par le conduit M M sur la tête fixe N, et se répand en nappe sur la table.

Au-dessous du pied de la table A est disposée une table fixe B, que nous appellerons le pied du sichertrogg ; elle a 4′ 1/2=1^{m},030 de long, sur 3′ 1/2=1^{m},008 de large; son inclinaison est de 1″ pour 1′. Elle aboutit au-dessus d'un bassin de dépôt L, lequel communique par un conduit *l* avec une série de grands bassins de dépôt.

L'inclinaison de la table A est variable aux différentes époques du lavage; l'amplitude et le nombre des secousses par minute sont au contraire constants pour chaque nature de minerai.

On donne ordinairement 3″=0^{m},072 à l'écartement de la table, et 30 à 35 secousses par minute.

La quantité d'eau est aussi à peu près constante; on l'évalue à 1$^{\prime c}$=0^{m},0239 par minute.

Travail. Les sables fins du unterschossgerenne sont des matières très-difficiles à laver; ils contiennent des sables riches et pauvres, de toute grosseur, et des schlamms très-hétérogènes, en proportion très-grande ; dans le lavage au sichertrogg on cherche à séparer et faire entraîner par l'eau tous les schlamms jusque dans le bassin L et les bassins de dépôt, et à classer les sables autant que possible, d'après leur grosseur, en deux qualités, qui sont enrichies séparément jusqu'à produire du schlich

bon à fondre, et des sables pauvres pour le bocardage : le principe est toujours le même que pour les grenailles; séparer les matières fines, classer les sables et n'envoyer au bocardage fin que les sables les plus pauvres.

On peut distinguer plusieurs périodes dans le travail :

PREMIÈRE PÉRIODE. *Séparation des matières fines et des sables fins les plus pauvres.* La table A a une inclinaison de 4° environ vers le pied, c'est-à-dire dans le sens du mouvement de l'eau; l'ouvrier fait tomber successivement les sables à laver de la caisse G sur la table, en n'en prenant pas plus de 1/6e = 0^{mc},004 à la fois, il les étend bien uniformément sur la table avec son rable (1), et remonte activement les sables du pied vers la tête, à mesure qu'ils sont entraînés par l'eau.

En moins d'un quart d'heure la table A est entièrement couverte de sables; alors l'ouvrier arrête le mouvement et l'arrivée de l'eau, il enlève les sables en distinguant deux qualités :

1° Sur le haut de la table, environ 1/4 ou au plus 1/3 de sa longueur, sables assez gros et assez riches, bien dégagés de matières fines;

2° Sur le bas et jusqu'au pied, sables plus fins et plus pauvres, ne contenant pas non plus une proportion notable de matières fines.

La première qualité est enrichie sur le sichertrogg; la seconde peut être soumise au criblage, ou bien traitée séparément au sichertrogg. Le

(1) Le rable qui sert au travail au Sichertrogg a la même forme et les mêmes dimensions que celui employé pour les caissons.

criblage est préférable quand l'ouvrier a mis assez de soins au travail, et que les matières fines ont été bien entraînées; le sichertrogg vaut mieux dans le cas contraire.

Sur le pied fixe B se déposent des sables et schlamms mélangés, tandis que les matières fines passent dans les bassins. Les sables de B sont enlevés et chargés ultérieurement dans la caisse G, pour être traités comme les sables du unterschossgerenne; les schlamms déposés dans le bassin L sont bons à traiter sur le premier système des tables dormantes.

SECONDE PÉRIODE. *Enrichissement des sables n° 1.* Quand on a recueilli une quantité assez grande des sables de la première qualité ou sables n° 1, on les enrichit sur le sichertrogg; l'opération est assez longue; l'ouvrier commence par donner à la table A une inclinaison de 3° environ en sens contraire du mouvement de l'eau, et travaille les sables par petites quantités, remontant vers la tête les sables un peu riches qui sont entraînés par l'eau, et au contraire poussant vers le pied les sables qui lui paraissent pauvres. Par suite de l'inclinaison inverse de la table les grains les plus lourds tendent à remonter vers la tête; aussi l'enrichissement se fait-il très-promptement, et l'attention de l'ouvrier doit se porter principalement à empêcher les grains fins et riches d'être entraînés en même temps que les grains plus gros, mais pauvres.

La table est ensuite disposée, d'abord horizontalement, et enfin avec une inclinaison de 3° dans le sens du courant d'eau.

Le travail de l'ouvrier continue jusqu'à ce que

la table ne présente plus que des sables assez riches pour être fondus.

Dans toute cette période les grains pauvres s'arrêtent sur la table B, mais leur richesse est différente aux différentes époques du travail : pendant que la table A a une inclinaison inverse, les sables recueillis en B sont bien plus pauvres que pendant les deux dernières parties de l'enrichissement; aussi obtient-on en B deux qualités de sables, toutes deux bonnes à traiter aux caissons, comme schwänzel.

Dans le bassin L se déposent encore des matières fines, mais en petite quantité. Elles sont, comme les précédentes, bonnes à traiter au premier système des tables dormantes.

En résumé, le travail au sichertrogg donne :

1° Schlich bon à fondre ;

2° Sables bons à cribler ;

3° Sables de deux qualités, propres au travail des caissons ;

4° Matières fines du bassin L, destinées aux tables dormantes ;

5° Schlamms fins, recueillis dans les labyrinthes et les grands bassins de dépôt.

Toutes les opérations sont faites sur une petite quantité de matières ; aussi le volume de sables qu'on peut traiter dans une journée de 10 heures, ne dépasse pas 1/2^{mc}.

Il faut un homme pour le travail, et un gamin pour enlever les produits. Personnel.

Nous avons indiqué précédemment la quantité d'eau nécessaire, à peu près constante pendant toutes les opérations. La force motrice est estimée à 1/2 cheval.

Cribles fins.

Nous avons indiqué plusieurs qualités de sables, données par le planherd et le sichertrogg, qui doivent être soumises au criblage. Les deux cribles jumeaux sont placés en regard des caissons, et disposés comme nous l'avons exposé à l'article des cribles.

	mètres.
L'amplitude du mouvement du piston est de	2″=0,048
Nombre des levées par minute.	43 à 50
Hauteur des sables sur la grille.	8″=0,192
Hauteur de l'ouverture.	5″=0,120
Distance de l'ouverture à la grille.	5″=0,120

Les produits obtenus sont :

1° Pellicule à la surface de la lavée, composée de matières fines, ordinairement assez riches, qui ne peuvent traverser les sables ;

2° Première levée, sables pauvres gardés pour le bocardage très-fin de l'hiver ;

3° Seconde levée, sables de richesse moyenne, qui peuvent être bocardés pendant l'été ;

4° Sur la grille, sables assez riches, considérés comme bons à fondre ;

5° Matières fines traversant les grilles, traitées soit sur les tables dormantes (quand les grilles sont neuves et ne laissent pas passer de grains de sables), soit au durchlass.

Les deux cribles occupent un homme et un gamin.

Tables dormantes. Kehrherd, *Pl. XI, fig.* 3, 4, 5.

Les tables sur lesquelles sont traités les schlamms sont toutes pareilles, mais divisées en trois systèmes ; la division n'a pas pour but une différence de travail, elle résulte seulement de la nécessité de traiter séparément les schlamms, qui ne sont pas entraînés par l'eau avec la même facilité.

Une table dormante, kehrherd, se compose :

1° D'une aire plane, rectangulaire, inclinée de 1″ pour 1′, A. A, munie de deux rebords latéraux, longue de 25′=7^{m},20, large de 4′=1^{m},152: elle présente vers son pied trois ouvertures transversales *a-b-c*, écartées de 2′=0^{m},576, tenant toute la largeur de la table, et longues de 3″=0^{m},072. Chacune d'elles est fermée par une bande de bois, *m*. (*fig*. 5) mobile autour d'une charnière horizontale, et recouverte par une large bande de cuir, *i-n*, clouée en *i-i* à la table. Quand on veut ouvrir une de ces ouvertures, on relève le cuir, on soulève la pièce mobile *m*, et on laisse tomber le cuir dans le vide produit; chaque ouverture est disposée au-dessus d'un canal en bois, large et profond de 12″=0^{m},288, par lequel on conduit l'eau et les matières en suspension, dans des séries de bassins de dépôt. Le bas de la table avance également au-dessus d'un canal P;

2° D'une tête B à peu près triangulaire, servant à distribuer sur la table, en nappe à peu près uniforme, l'eau tenant les schlamms en suspension, arrivant par le canal D;

3° D'une caisse C, dans laquelle les schlamms, chargés à la pelle, sont agités fortement dans l'eau par six palettes en fonte, fixées à l'arbre de la petite roue hydraulique G. L'eau et les schlamms coulent par un déversoir dans le conduit *d*, et sur les tables. La communication du canal *d* avec chacune des tables est ouverte ou fermée à volonté, au moyen d'une petite plaquette en bois, *l*, mobile verticalement entre deux rainures.

L'eau est amenée par un large canal N; elle tombe sur la roue G par le conduit *n*; elle arrive dans la caisse aux palettes par le tuyau *q*; enfin,

elle peut être déversée, en nappe continue et directement, sur la table A par le conduit *s*, et la caisse *s*, disposée sous la tête B, et qui laisse couler l'eau par un déversoir de niveau avec la surface de la table. Tous les tuyaux et conduits peuvent être fermés à volonté par des vannes en bois, manœuvrées à l'aide de leviers (1).

Une petite roue en dessus de 5'=1^m,440 de diamètre, large de 2'=0^m,576, faisant 20 à 25 tours par minute, suffit parfaitement pour mettre en mouvement deux appareils de palettes, servant à deux systèmes de tables dormantes. Il faut à peu près 60$^{p.c.}$ d'eau par minute, soit 1^{mc},434, pour mettre la roue en mouvement. Cette quantité répond à moins d'un cheval de force pour la roue.

Trois séries de bassins R R, sont disposées entre les trois systèmes de tables dormantes : chaque série se compose de huit ou dix bassins, communiquant entre eux par des déversoirs, larges de 2'=0^m,576, longs de 4 à 5'=1^m,152 à 1^m,440, profonds de 18" à 24"=0^m,432 à 0^m,576. Chaque série de bassins est affectée, non pas à un système de tables, mais aux produits correspondants de toutes les tables dormantes; ainsi une série reçoit les eaux qui s'écoulent par toutes les rainures *a*; une seconde, celles des rainures *b*, et la dernière, celles des rainures *c*. Le dernier bassin de la première série correspond avec le premier de la seconde; le dernier de la seconde avec le premier de la troisième, et le dernier bassin avec une rangée de grands bassins de dépôts extérieurs.

---

(1) On n'a pas cru nécessaire de représenter la disposition des vannes et leviers.

Le canal général P est en communication avec le dernier bassin de débourbage du planherd, et dans certains ateliers, dans lesquels on ne travaille que des minerais pauvres, il conduit directement les eaux au ruisseau.

Nous décrirons l'opération pour les schlamms retirés du labyrinthe. Il n'y a de différence entre les trois systèmes de tables, que par la quantité d'eau, et par le soin apporté par le laveur. Travail.

La table étant bien nettoyée, les ouvertures *a b* fermées, le laveur soulève la plaquette *l*, la lavée se répand sur la table, et coule assez rapidement vers le pied; quand elle est arrivée à l'ouverture *c*, l'ouvrier abaisse la porte *l*, et fait arriver l'eau pure par *s*. Armé d'un rable en bois, analogue à ceux qui servent pour les caissons, il fait descendre lentement vers le pied les schlamms pauvres, mais en ayant soin de ne toucher que la surface : quand il est arrivé jusqu'au bas de la table, il ouvre *b*, et recommence le travail, en descendant toujours de la tête vers le pied, et en achevant de purifier le schlich, qui doit rester bien pur sur la table. Le laveur ouvre alors *a* et passe à une autre table, pendant qu'un gamin vient faire couler par *a* tout le schlich resté sur la table, et bien la nettoyer avec un balai; le gamin ferme ensuite *a b*, et l'arrivée de l'eau par le conduit *s*.

L'enrichissement des schlamms, en opérant ainsi sur de très-petites quantités à la fois, et sur des tables très-longues, est produit presque entièrement par le courant d'eau, et le travail de l'ouvrier est extrêmement simple : il lui suffit de quelques coups de rable, donnés légèrement à la surface de la lavée, pour faire entraîner par l'eau toutes les matières fines légères. La séparation de

la galène et de la blende se fait parfaitement bien sur ces longues tables, bien mieux que dans tous les autres appareils employés.

La quantité d'eau est l'élément essentiel d'un bon lavage : elle doit varier avec la nature des schlamms, mais entre des limites fort rapprochées, entre 3/4 et 1 pied cube, $0^{mc},018$ et $0^{mc},0239$ par minute. Il faut, en outre, pour chaque caisse à palettes $1/2'^{c} = 0^{mc},0119$ par minute.

Les produits obtenus dans le lavage sont les suivants :

1° Schlich de deux qualités, recueillis dans les bassins intérieurs, correspondant aux ouvertures *a* : sa richesse dépend principalement de la nature des gangues des minerais ; la baryte sulfatée est la gangue la plus difficile à séparer, et le schlich, obtenu par un bon laveur, contient encore de 12 à 15 o/o de baryte sulfatée ;

2° Schlamms pauvres, nommés mittelfass, dans les bassins des ouvertures *b* : ils doivent être soumis à un second lavage, sur les tables dormantes on les distingue en trois qualités, traitées sur les trois systèmes de tables ;

3° Schlamms très-pauvres, unterfass, déposés dans les bassins intérieurs des ouvertures *c* : ils sont lavés une seconde fois :

Ces derniers sont ordinairement lavés sur les tables dormantes, pendant l'hiver, ou bien pendant l'été dans des ateliers spéciaux, nommés schlam wäsche.

Le lavage des deux qualités, mittelfass et unterfass, présente quelques particularités. Au commencement du travail, pendant que la lavée s'étend sur la table, les trois ouvertures *a*, *b*, *c* sont fermées ; le laveur abaisse le plaquette *l*, quand

la lavée a dépassé le pied de la table, puis il donne un léger coup de rable, avant d'ouvrir *c*, et ensuite il opère comme dans le cas des schlamms retirés du labyrinthe. On fait ordinairement couler au ruisseau les schlamms légers entraînés sur l'eau daus le premier travail, avant que *c* ne soit ouverte.

Dans les ateliers qui ne traitent que les schlamms des grands bassins de dépôt, les tables ne présentent que les ouvertures *a*, *b*; le lavage ne produit que : des schlich, des mittelfass; tous les schlamms plus pauvres sont perdus.

Le lavage aux tables dormantes exige : un laveur pour un système de trois tables, et trois gamins; ces derniers n'ont à faire que le nettoyage au balai. Personnel.

Il est assez difficile de se rendre un compte exact de la quantité de schlamms qui peut être passée sur une table dans un temps donné; on admet que, pour traiter les schlamms provenant de 1 treiben de minerai, des qualités Pocherz et Bergerz, dans un atelier dont le bocard a trois batteries, il faut huit tables dormantes. Mais il faut remarquer que le lavage des schlamms, recueillis dans les grands bassins, ne peut être fait dans le même atelier, et occupe pendant toute l'année trois tables, en sorte qu'il ne faut pas moins de 11 tables dormantes pour le lavage des schlamms provenant du traitement de 1 treiben de minerai ordinaire. Les tables sont constamment en activité, tandis que le bocard ne fonctionne que pendant 34 semaines; soit en définitive, par an et pour 200 treiben =1273^{m} cubes de minerai, 11 tables constamment en activité.

On doit admettre qu'on ne peut traiter, en 10

refoule l'eau contre la grille à des intervalles réguliers. Nous n'avons pas représenté cette disposition, qui se comprend facilement d'elle-même.

Une partie de l'eau, entraînant les sables, à mesure qu'ils gagnent le fond de la caisse, sort par l'orifice *o o*, pratiqué au point le plus bas, et tombe dans le canal *p p*, qui les conduit directement sur les tables (1).

La disposition ascendante du canal *o o* est nécessaire pour diminuer la charge déterminant la vitesse de sortie de l'eau : sans cette précaution il faudrait donner à l'orifice une section trop petite, et elle s'engorgerait trop facilement.

Les dimensions de la caisse dépendent de la quantité de minerai bocardé; en supposant 200 centner.=9200 kilog de minerai bocardé fin en 24 heures, il faut donner à la section supérieure de la caisse 6'=1^{m}728 sur 1' 1/2=0^{m}432 — pour une profondeur de 4'=1^{m}152 : dans le cas de 400 centner=18400 kilog. de minerai bocardé fin en 24 heures, il faut augmenter la largeur de la caisse, et lui donner 2' 3/4=0^{m}792.

L'orifice *o* a seulement 1"=0^{m}024 de côté, et la charge de l'eau, déterminant la vitesse de sortie, ne doit pas dépasser 3'=0^{m}864. Pour éviter l'engorgement de l'ouverture par les sables, M. Rittinger conseille de la fermer par un clapet, fermant et ouvrant l'orifice, par un mouvement alternatif répété trente fois par minute. Cette disposition n'a pas été suivie au Harz, parce qu'on

(1) A Schemnitz on n'emploie, pour les sables fins et les schlamms, que des tables à secousses. Il est probable qu'au Harz l'adoption des spitzkasten entraînera celle des tables à secousses, au moins pour les sables.

n'a employé les spitz-kasten que pour les matières sortant du unterschossgerenne, et ne contenant plus de sables.

La caisse est construite en fortes planches bien assemblées, réunies par des traverses *l l*.

Le fond de la caisse est pyramidal, et les faces sont inclinées de 50° à l'horizon; vers le haut les deux faces opposées, déterminant la largeur de caisse, sont verticales.

Les caisses suivantes sont de forme pyramidale, dans toute leur hauteur; comme la pression de l'eau est plus grande, on doit les faire plus solides : la disposition adoptée est représentée (*Pl. XII*, *fig.* 4, 5) — : la section de l'orifice d'écoulement a environ 1″=0m024 de côté : la charge d'eau va en diminuant de 3′=0m864 pour la seconde caisse, à 2′=0m575 pour la dernière.

Les dimensions principales, dans les deux cas considérés précédemment, 200 et 400 centner de minerai bocardé en 24 heures, sont :

	DANS LE CAS DE 200 CENTNER.			DANS LE CAS DE 400 CENTNER.		
	LONGUEUR au niveau de l'eau.	LARGEUR au niveau de l'eau.	PROFONDEUR.	LONGUEUR au niveau de l'eau.	LARGEUR au niveau de l'eau.	PROFONDEUR.
…re caisse.	9′—2m,592	2′ 1/2—0m,72	6′—1m,728	9′—2m,592	5′—1m,44	6′—1m,728
…e caisse.	12′—3m,456	4′ 1/2—1m,296	8′—2m,304	12′—3m,456	9′—2m,592	8′—2m,304
…e caisse.	15′—4m,32	8′—2m,304	10′—2m,88	16′—4m,608	15′—4m,32	10′—2m,88

La différence de niveau d'une caisse à la suivante est d'environ 18″=0m432.

Pour remédier aux engorgements des orifices

de sortie, on dispose des longues tiges de fer, à l'aide desquelles on peut agiter les matières jusqu'au fond des caisses.

Il est important que, dans la dernière caisse, le mouvement horizontal et très-lent de l'eau à la surface soit troublé le moins possible, afin que tous les schlamms bons à laver puissent gagner le fond; pour atteindre le résultat on dispose en avant du canal d'arrivée une cloison verticale, s'élevant au-dessus du niveau de l'eau, et plongeant de 20''=0m48 environ.

L'appareil des spitz-kasten présente le grand avantage de pouvoir être réglé très-facilement, de manière à classer les sables fins et les schlamms. En effet, la qualité des schlamms, qui se déposent dans les différentes caisses, dépend de la vitesse horizontale de l'eau, et, comme la vitesse de sortie par les orifices inférieurs est à peu près constante, de la quantité totale d'eau qu'on fait arriver dans un temps donné, bien plus que de la proportion des matières fines; cependant cette dernière ne doit varier qu'entre des limites assez restreintes, afin que les lavées arrivent sur les tables avec une proportion de matières en suspension convenable pour le travail.

En diminuant la quantité d'eau arrivant dans les caisses, on ralentit le mouvement horizontal, et on augmente par suite la proportion de matières fines sortant par le fond des différentes caisses; on la diminue au contraire en faisant arriver une plus forte proportion d'eau. Les caisses peuvent donner le même résultat de classement, quand bien même la quantité de minerai, bocardé dans un temps donné, varie entre des limites très-étendues, pourvu que la quantité d'eau reste con-

stante. On ne peut cependant faire fonctionner un système de spitz-karten, construit pour une quantité déterminée de minerai passé au bocard, en ne bocardant dans le même temps qu'une proportion beaucoup moindre, parce qu'alors l'eau arrivant sur les tables ne tiendrait en suspension que trop peu de matières fines.

D'après les expériences faites à la laverie de Klarwasser, près de Schemnitz, en bocardant fin 240 centern = 11,600 kilog. en 24 heures,

La 1re caisse sépare. . .	40 p. 100 des matières fines,	
La 2e — —	22 — —	
La 3e — —	20 — —	
La 4e — —	12 — —	
Total. . .	94 p. 100.	

c'est-à-dire que l'eau sortant par le déversoir de la dernière caisse ne tient plus en suspension que 6 p. 100 des matières fines données par le bocard.

Les eaux sortant par le fond des différentes caisses contiennent par pied cube :

Pour la 1re caisse, à l'état de sables n° 1. . . .	16 livres.
2e caisse, à l'état de sables fins n° 2. .	13 1/4
3e caisse, à l'état de schlamms. . . .	16
4e caisse, à l'état de schlamms fins. .	12

Pour le lavage aux tables à secousses, employées à Schemnitz, la proportion des sables n° 1 n° 2 est bien convenable, mais pour les deux qualités de schlamms, il faut pour un bon lavage augmenter la quantité d'eau, de manière à n'avoir que 10 et 6 livres de schlamms tenus en suspension dans 1pc d'eau. A la suite de ces expériences, faites en 1845, on a dû augmenter la section de l'orifice de sortie,

pour les deux dernières caisses, et on lui a donné 1″ de côté (1).

Expériences faites au Harz.

Dans les expériences faites au Harz, en 1850, on a employé seulement trois caisses, parce qu'on n'a cherché à classer que les schlamms, propres au lavage sur les tables dormantes.

caisse.	m.		m.		m.
La 1re avait	9′=2,592	sur	32″=0,768	et	7′=2,016 de haut.
La 2e avait	12′=3,446	sur	4′6″=1,296	et	8′=2,304
La 3e avait	15′=4,32	sur	8′=2,304	et	10′=2,88

On a donné à la section de l'orifice de sortie :

$$3/4'' = 8^{m},018\,;\ 1'' = 0^{m},024\,;\ 5/4'' = 0^{m},030.$$

On a cherché à faire couler par le déversoir de la dernière caisse environ la moitié de l'eau, tenant en suspension plus de 10 p. 100 des matières fines amenées dans les caisses : on a essayé de laver ces schlamms sur des tables peu inclinées, on en a retiré une petite proportion de schlich tellement fin, qu'on a dû renoncer à le soumettre au traitement métallurgique. Au lieu d'envoyer au ruisseau l'eau sortant de la dernière caisse, on l'a fait revenir au bocard.

Lavage aux tables dormantes des schlamms classés par les spitzkasten.

Trois systèmes de tables dormantes ont été appliqués aux lavages des produits des spitzkasten; le premier de deux tables, les deux autres de trois. Chaque table est munie, vers le pied, des deux ouvertures transversales, désignées précédemment par les lettres *a*, *b*.

On laisse couler librement l'eau chargée de schlamms, sur une caisse pour le premier système,

(1) Dimension que nous avons indiquée précédemment.

sur deux pour les deux autres : l'enrichissement se fait pour ainsi dire de lui-même, sans que l'ouvrier ait besoin d'intervenir. L'eau encore chargée de schlamms, en coulant des tables, est reçue dans un canal qui la conduit dans des bassins de dépôt.

Quand une table est couverte de schlich plus ou moins riche, l'ouvrier fait passer l'eau de la spitzkasten sur la table libre du même système, fait arriver de l'eau claire sur la première, et travaille doucement la surface de la lavée avec son sable, en faisant passer les matières fines entraînées par l'ouverture *b*; la table est ensuite nettoyée au balai; comme d'ordinaire, les schlich sont reçus dans les bassins qui répondent à l'ouverture *a*.

Pour compléter la disposition des spitzkasten et des tables dormantes, il faudrait faire arriver dans une seconde série de spitzkasten toutes les eaux chargées de schlamms sortant des tables dormantes, et on peut présumer qu'il faudrait quatre nouvelles caisses pour le traitement des schlamms provenant de trois ateliers. Cette proportion est celle actuellement nécessaire, une laverie de 9 tables dormantes pour traiter les schlamms retirés des bassins de dépôt de trois ateliers.

L'adoption des spitzkasten, dans la préparation mécanique du Harz, aurait donc encore l'avantage d'économiser tout l'emplacement des bassins de dépôt, ainsi que la main-d'œuvre qu'ils nécessitent.

Il faut bien remarquer que la substitution des spitzkasten aux labyrinthes, économisant la main d'œuvre, l'espace, donnant des résultats plus favorables pour le rendement en schlich, exige une

disposition tout à fait spéciale, et surtout une grande différence de niveau entre le bocard et l'atelier des tables dormantes. Il faudrait de plus, pour tirer le plus grand parti possible de cet appareil, substituer une grande roue de débourbage au schossgerenne du Harz, et faire arriver dans les spitzkasten toutes les matières fines, sables fins et schlamms, traversant la grille de la roue; les deux premières spitzkasten donneraient alors des sables dont le lavage ne pourrait être fait que sur des tables à secousses. Aussi n'hésitons-nous pas à avancer que l'adoption des spitzkasten forcera à employer les tables à secousses, proscrites maintenant de la préparation mécanique du Harz.

Stossgerenne. Nous dirons encore quelques mots d'un appareil employé à Saint-Andreasberg en place du schossgerenne ordinaire. Le stossgerenne est disposé comme une table à secousses; il se compose d'une caisse, allongée, mobile, suspendue par quatre chaînes inclinées, et recevant d'un système de leviers un mouvement horizontal alternatif, avec chocs contre un bloc fixe. La caisse a 14′=0m,032 de longueur; 1′=0m,288 de largeur; 10″=0m,240 de profondeur; l'inclinaison de la caisse, appuyée contre le bloc fixe, est de 1″ pour 1′: l'amplitude des déplacements horizontaux est de 4″=0m,096, et leur nombre de 40 à 45 par minute.

Le fond de la caisse présente trois gradins, profonds de 3″=0m,072, et de longueur égale.

A la suite du stossgerenne se trouvent, comme d'ordinaire, l'unterschossgerenne et les labyrinthes.

L'appareil reçoit directement les sables et les schlamms d'une rätterwäsche pour le grubenklein.

en même temps que l'eau employée pour leur débourbage.

Pendant l'activité de la rätterwäsche les sables et schlamms tombent sur le stossgerenne, les schlamms sont entraînés rapidement ; mais il faut que l'ouvrier agite les sables avec une pelle, en les remontant vers la tête de l'appareil, pour que les sables fins soient séparés des gros sables et se rendent dans le unterschossgerenne.

Quand les trois gradins sont couverts d'une couche de gros sables, de 1″=0m,024 environ d'épaisseur, il faut arrêter le travail, enlever les sables et les mettre en dépôt.

Quand on en a amassé une quantité suffisante, on les enrichit sur le même appareil. On obtient dans ce second travail, du schlich bon à fondre; des sables pauvres gardés pour le travail d'hiver, et des sables fins et schlamms.

Nous n'insisterons pas sur cet appareil, qui n'a pas été introduit dans les ateliers de préparation mécanique des environs de Clausthal.

CHAPITRE QUATRIÈME.

Comme exemple de la préparation mécanique du Harz nous choisirons l'atelier de la mine Bergwerkswohlfahrt, près de Clausthal, le seul dans lequel on traite toutes les qualités de minerais, provenant du cassage et triage des wände, et en même temps le grubenklein.

L'atelier de la Bergwerkswohlfahrt reçoit tous les minerais de la mine du même nom, et une faible proportion d'autres mines. Les minerais

sont très-riches en argent, et ont pour gangue principale la baryte sulfatée (1). La galène se présente en veines, en veinules et surtout en mouches très-fines, presque imperceptibles, pénétrant dans la gangue à une grande distance des veines et veinules. La blende et le fer carbonaté ne se trouvent pas en proportion notable; il en est de même du cuivre pyriteux. Le cuivre gris, très-riche en argent, forme par place des veinules peu puissantes et peu continues.

La baryte sulfatée, gangue dominante, est accompagnée de quartz, et constitue des veines puissantes dans les schistes et la grauwacke.

Les roches abattues et amenées au jour contiennent :

Comme matières minérales, de la galène riche en argent et un peu de cuivre gris;

Comme matières stériles, la baryte sulfatée, un peu de quartz, des schistes noirs et de la grauwacke.

L'orifice du puits d'extraction est à un niveau supérieur à l'aire de cassage et triage, et celle-ci est plus élevée que le sol des ateliers de préparation mécanique.

Cassage et triage. On divise d'abord les minerais extraits en wände et en grubenklein; le second produit est envoyé directement à la préparation, les wände sont soumises au cassage, triage et scheidage. Ces opérations sont faites comme il a été dit au com-

(1) Dans la partie supérieure de la mine, la baryte sulfatée est très-abondante; au contraire vers la profondeur de 200 lachter, la baryte disparaît presque complétement et la gangue devient essentiellement quartzeuse. La galène tient jusqu'à 8 loth d'argent au centner, 245 grammes aux 100 kilog.

mencement du mémoire, et donnent les produits suivants :

1° Minerai riche ou stufferz bon à fondre; il rend à l'essai de 50 à 60 p. 100 de plomb et 7 loth d'argent par centner, 115 grammes d'argent aux 100 kilog.;

2° Schurerz de deux qualités, barytique et non barytique, contenant environ 1/6 de minerai pur. Il provient, soit du cassage et triage, soit du scheidage des minerais un peu riches : dans le premier cas, il est en fragments assez gros; dans le second, il est à l'état de menus de scheidage ;

3° Pocherz, ou minerai pauvre, tenant en moyenne 4 à 6 p. 100 de plomb et 1/2 à 3/4 loth d'argent au centner, 15 à 22 grammes d'argent aux 100 kilog. Il provient en grande partie du cassage et triage, mais aussi, pour une petite proportion, du scheidage : on en distingue deux qualités, comme pour le schurerz, barytique, non barytique ;

4° Bergerz, minerai très-pauvre, contenant moins de 1 p. 100 de galène, disséminée en mouches presque indiscernables : on distingue comme toujours, bergerz barytique et bergerz non barytique ;

5° Menus du cassage et du scheidage des bergerz pauvres, qui sont assimilés dans la préparation mécanique aux menus des mines ou grubenklein ;

6° Berg, ou stérile : on doit apporter la plus grande attention pour cette qualité, à cause de la dissémination ordinaire du minerai; on ne rejette que les morceaux cassés jusqu'à la dimension de 1″ = 0m,024, au moins.

La distinction des deux qualités, barytique et non

barytique, permet de traiter séparément les minerais à gangues légères et ceux à gangue lourde; la série des opérations est du reste tout à fait la même, et nous n'aurons à signaler aucune différence dans le mode de traitement mécanique.

Les schurerz sont toujours passés aux cylindres, les pocherz sont tantôt cylindrés, tantôt bocardés : les bergerz sont toujours écrasés au bocard.

La dispositiou de l'atelier est indiquée *Pl. XIII, fig.* 1, 2.

Il renferme :

1° Un appareil de cylindres broyeurs C, avec son rätter et sa roue élévatrice;

2° Des cylindres cannelés D, qui maintenant ne sont plus employés, par les raisons précédemment exposées.

Les deux systèmes sont mis en mouvement par une roue en dessus, B, large de 5'= 1^m,44, ayant 14'= 4^m,032 de diamètre, à laquelle on donne ordinairement la quantité d'eau nécessaire pour qu'elle puisse faire de 15 à 20 révolutions par minute. Sa force est évaluée à 15 chevaux, mais n'est pas utilisée entièrement, depuis qu'on ne fait plus fonctionner les cylindres cannelés;

3° Un durchlass E et deux séparations-rätter F, servant pour mouiller, débourber et classer les produits des cylindres;

4° Un schossgerenne E' et deux caissons G, pour les sables sortant du durchlass et des séparations-retter. Le schossgerenne communique par un long canal souterrain avec le labyrinthe V;

5° Deux systèmes doubles de rätterwäsche S, pour le grubenklein; les sables et schlamms se rendent dans le schossgerenne U et dans le labyrinthe V. Les ouvertures des grilles des rätter sont

de : 1″ = 0m,024 ; 5/8″ = 0m,015 ; 3/8″ = 0m,009 ; 3/16″ = 0m,0045 ; 3/4‴ = 0m0015.

Les rätter sont doubles, en sorte que les deux appareils peuvent faire le travail de quatre rätterwäsche ordinaires ;

6° Un bocard à trois batteries, Q, avec le séparations-rätter R.

Les dimensions des ouvertures des grilles du rätter sont : 3/8″ = 0m009 ; 3/16″ = 0m0045 ; 1/12″ = 0m002. La première batterie a son schossgerenne spécial U.

Les deux autres batteries ont un schossgerenne commun ; un labyrinthe spécial v′ est affecté aux schlamms provenant du bocard.

Le moteur du bocard, du séparations-rätter et des deux rätterwäsche est une roue en-dessus P, dont les dimensions sont égales à celles de la précédente :

7° Quatre cribles à piston inférieur et quatre cribles jumeaux HH, soit en tout douze cribles pour les grenailles, des cylindres, du bocard et des rätterwäsche. Nous avons indiqué, à l'article des cribles, leur disposition et leurs dimensions ;

8° Des bancs de triage K pour les grenailles riches criblées ;

9° Deux séparations-rätter à sec L : le moteur des cribles et des deux rätter est une grande roue en dessus o, dont les dimensions sont égales à celles de la roue B :

10° Un durchlass extraordinaire N, communiquant par un long canal avec le labyrinthe u ;

11° Des cases de dépôt M pour les grenailles criblées ;

12° Une chambre T pour le steiger ;

13° Six caissons y pour les sables et les schwänzel ;

14° Un sichertrogg *x* et deux cribles jumeaux H; ils reçoivent le mouvement de la roue du bocard.

15° Un planherd *z*.

Les schlamms du durchlass, ceux du sichertrogg et des caissons se rendent dans le labyrinthe *v'* : les sables du planherd arrivent dans les bassins de débourbage *aa*.

16° Trois systèmes de tables dormantes *cc*, avec trois systèmes de bassins intérieurs et trois caisses à palettes :

17° Quatre séries de grands bassins de dépôt, dont la disposition est indiquée *Pl. XIII*, *fig.* 2 en *f*;

18° Une laverie spéciale pour les schlamms *gh*, *fig.* 2; elle renferme neuf tables dormantes et n'a pas de bassins de dépôt.

L'eau motrice et l'eau de lavage arrivent par le grand canal A: toutes les eaux perdues coulent par le canal de décharge *g*, *fig.* 2.

Nous ne ferons aucune observationsur les dispositions et dimensions des différents appareils; elles sont à peu près celles indiquées dans le mémoire.

Nous n'aurons besoin d'entrer que dans peu de détails pour faire comprendre la série des opérations.

Les wände donnent pour les cylindres, du schurerz et du pocherz, barytiques et non barytiques, ce qui ne fait pas moins de quatre qualités à traiter séparément.

Les bergerz, barytiques et non barytiques, vont au bocard, en même temps que les minerais de qualités correspondantes provenant du scheidage du grubenklein, aux rätterwäsche.

Minerais riches. Les minerais sont broyés une première fois entre les cylindres, ensuite débourbés dans le

durchlass; les grenailles bonnes au criblage sont obtenues par les deux séparations-rätter; les sables gros sont séparés immédiatement au schossgerenne et travaillés sur les deux caissons, tandis que les sables fins et les schlamms sont entraînés au labyrinthe:

Sur les deux caissons on effectue le travail absolument de la même manière que sur les deux systèmes ordinaires; les schlamms rejoignent immédiatement ceux qui sortent des schossgerenne. Les produits intermédiaires, c'est-à-dire ceux qui doivent être enrichis au planherd ou sur les cribles fins, vont rejoindre les produits analogues donnés par les deux systèmes de caissons *y*.

Les menus des mines, ou grubenklein, sont traités aux deux rätterwäsche, et donnent:

1° Des gros fragments à trier et scheider, qui sont divisés en qualités analogues à celles données par les wände, et traitées de la même manière et en même temps:

2° Des menus du scheidage, qui sont classés au séparations-rätter des cribles;

3° Des grenailles, graupen et körner, de 1″ = 0m,024; 5/8″ = 0m,015; 5/8″ = 0m,009; 3/16″ 0m,0045, envoyées à l'atelier de criblage, et criblées séparément de celles, même d'égale grosseur, qui proviennent des minerais cylindrés;

4° Des sables fins et schlamms, qui passent par la série ordinaire d'opérations, au schossgerenne, au labyrinthe et aux bassins de dépôt.

Les minerais pauvres, barytiques et non barytiques, du cassage, des scheidages et des criblages, sont bocardés séparément, et sont écrasés d'autant plus fin qu'ils sont plus pauvres et réduits déjà en grains plus petits. Les dimensions des ouvertures

des grilles pour les quatre bocardages successifs, faits pendant l'été, sont :

1er bocardage gros.	1/2″ =0m,012	(grille à la poitrine.)
2e id.	3/8″ =0m,009	id.
1er bocardage fin..	3/16″=0m,0045	(grille latérale.)
2e id.	1/12″=0m,002	id.

Les grilles des séparations-rätter ont des ouvertures de 3/8″, 3/16″, 1/12″.

Les grenailles provenant du bocardage, séparées par le rätter, sont envoyées au criblage; les sables et schlamms, passent dans deux schossgerenne : l'un pour les matières fines des deux premiers bocardages, l'autre pour celles des deux derniers.

On voit, d'après ce qui précède, que non-seulement on établit une première division en minerais barytiques et en minerais non barytiques; puis une seconde, en minerais riches et minerais pauvres, mais qu'en outre on reçoit et on traite dans des schossgerenne différents les matières fines qui proviennent des diverses qualités, des cylindres, des bocards et des rätterwäsche.

Pour les labyrinthes, on ne fait qu'une seule distinction : on emploie deux appareils, l'un pour les matières fines des minerais riches, l'autre pour celles des minerais pauvres.

Criblages. Tous les cribles sont disposés dans le même atelier, et chacun d'eux est affecté à une classe spéciale de grenailles.

Quatre cribles servent pour les grenailles des rätterwäsche; les huit autres, à celles des trois separations-rätter.

Les premiers seuls donnent du stérile. Nous n'avons pas besoin de revenir sur les considéra-

tions que nous avons présentées à l'article des cribles. Nous devons dire seulement que, pour les grenailles plus grosses que 3/16", et quand on opère sur des minerais barytiques, la tranche de grains riches sur la grille contient encore un peu de baryte sulfatée, qu'on peut séparer par un triage à la main : ce triage est fait soit sur les grilles des cribles, soit sur les bancs de triage.

Le scheidage des minerais provenant des rätterwäsche donne des menus qui sont classés aux deux petits rätter de l'atelier des criblages : les dimensions des ouvertures des grilles sont 3/8" = 0m,009; 3/16" = 0m,0045; 1/12" = 0m,002. Ces deux rätter fonctionnent à sec, et fort mal; il serait certainement préférable de traiter les menus du scheidage aux rätterwäsche.

Les grains de 3/8", 3/16" sont criblés; les sables et schlamms sont débourbés dans le durchlass, en même temps que les matières fines qui traversent les grilles des cribles.

L'appareil de débourbage donne des sables et des schlamms. Les derniers passent au labyrinthe des matières fines riches; les sables sont souvent assez gros pour qu'il soit bon de les traiter au separations-rätter : ordinairement ils peuvent être envoyés, soit aux caissons, soit aux cribles fins, soit au sichertrogg.

La série des opérations est celle précédemment exposée; on traite séparément les sables de qualités différentes, retirés des divers schossgerenne, sur les caissons, au planherd et aux cribles jumeaux : dans le cas des minerais barytiques, chaque lavée dans le premier caisson donne, vers la tête, et pour 5 à 6" de longueur, des grains de minerai et baryte sulfatée; ce mélange est très-difficile à

Sables et schlamms.

traiter; on peut cependant enrichir suffisamment pour la fusion, sur les deux cribles fins.

Les sables fins sont traités au sichertrogg.

Les schlamms sont lavés sur les tables dormantes.

Les schlamms des bassins extérieurs sont enrichis dans la laverie spéciale sur les tables dormantes.

Travail d'hiver. Pendant les dix-huit semaines d'hiver on bocarde très-fin toutes les matières pauvres, amassées pendant l'été, et on enrichit les produits, sables plus ou moins fins et schlamms, aux caissons et sur les tables dormantes, sans se servir des bassins de dépôt.

La richesse moyenne des produits bons à fondre est indiquée dans le tableau suivant :

DÉSIGNATION DES MINERAIS PRÉPARÉS.	RENDEMENT A L'ESSAI.		
	PLOMB. p. 100.	ARGENT. loth. par centner.	ARGENT. gram. pour 100 kil.
Stufferz, donné par le cassage et le scheidage.	50 à 60	6 1/2 à 7	203 à 219
Graupen, grenailles riches des premiers cribles.	60	7 1/2	234
Körner, grenailles riches de 3/16''.	65	8	249.7
Rätterschlieg (des caissons pour les minerais broyés aux cylindres).	70	9 1/2	296.6
Graben schlieg (des trois premiers caissons).	70	8	249.7
Schwänzel schlieg (des trois derniers).	50 à 60	6 à 7	187 à 219
Schlieg du Planherd.	40	5	156
Setz schlieg n° 1 (des deux cribles fins)	50 à 60	6 à 7	187 à 219
Id. n° 2.	30	4 1/2	126.5
Schlieg des tables dormantes.	65 à 70	7 à 8	219 à 249.7
Schlam schlieg (du relavage des schlamms).	35 à 40	4 1/2	126.5

D'après ce tableau, on voit que la richesse en

argent suit à peu près la teneur en plomb, ce qui indique que la gangue n'est pas argentifère; les seules exceptions pour le rätterschlieg et le schlich n° 2 des cribles fins, proviennent du cuivre gris qui se concentre principalement dans ces produits : dans le premier en grains fins, dans le second en paillettes très-fines (1).

Il est à regretter qu'on n'ait pas essayé les schlamms les plus fins, qui sont perdus comme étant trop pauvres pour mériter un lavage aux tables dormantes; il est probable que ces schlamms doivent contenir une certaine proportion de cuivre gris à l'état de paillettes très-légères, et que par suite leur teneur en argent est proportionnellement plus élevée que celle des produits bons à fondre.

Quantités des minerais et des produits.

La mine de Bergwerkswohlfahrt livre annuellement 300 à 330 treiben de minerai, soit 1910^{mc},40 à 2101^{mc},44, lesquels rendent, au cassage, triage, scheidage et préparation mécanique 380 Röste = 15200 centner = 744800 kilo. de minerais préparés pour la fusion. Ces minerais, d'après les essais faits par voie sèche, contiennent environ :

6.000 marcs = 1.470 kil. d'argent,
et 7.450 centner = 364.255 kil. de plomb.

soit par mètre cube de minerai sortant de la mine:

Produits bons à fondre 363$^{kil.}$,31, tenant :

(1) Le schlich n° 2 des cribles fins, arme setzschlieg, est la couche très-mince de matières fines qui reste à la surface de la lavée dans les cribles fins. On n obtient qu'une très-faible quantité de ce produit. Nous n'avons indiqué dans le tableau précédent que les teneurs moyennes : il est bien évident que dans le cas de minerais barytiques les produits bons à fondre sont moins riches que dans le cas où les minerais sont à gangues légères.

	kil.
Argent. .	0,717
Plomb. .	178,00

Le plomb contient environ 480 grammes d'argent aux 100 kilo.

Les minerais préparés contiennent en outre, à l'état de cuivre gris, 15 à 16 centner = 735 à 784 k. de cuivre.

Personnel. Toutes les opérations de la préparation mécanique sont dirigées par un Obersteiger, qui a sous ses ordres trois steiger, et 86 ouvriers, hommes ou enfants.

Les ouvriers gagnent par semaine de 9 gr. à 1 th. 20 gr. (de 1f,40 à 6f,375); le plus grand nombre reçoit de 16 à 18 gr. (de 2f,50 à 2f,80), salaire bien inférieur à celui qu'il faudrait donner aux ouvriers dans les autres pays, et notamment en France.

Pendant l'hiver, le nombre des ouvriers employés est notablement moindre; on n'occupe pas plus de 60 ouvriers pendant les 18 semaines du travail d'hiver.

Les frais de toute nature, nécessités par les ateliers de préparation mécanique de Bergwerkswohlfahrt s'élèvent annuellement à peu près de 7580 thaler = 28425 fr., et dans cette somme la main-d'œuvre entre pour les 2/3 environ.

Les frais de préparation mécanique sont donc :

Par mètre cube de minerai extrait. . .	14f,212
Par 1000 kilog. de minerai préparé. .	39f,118

Eau motrice et de lavage. Il est important d'indiquer approximativement la quantité d'eau nécessaire aux roues hydrauliques et aux différents appareils.

Eau motrice. — En supposant tous les appareils en pleine activité, les trois roues hydrauliques exigent de 11 à 12 mètres cubes d'eau, chacune, soit pour les trois : 35 mètres cubes d'eau environ par minute.

Eau de lavage. — Il faut pour les différents appareils les volumes suivants d'eau (par minute) :

	m.c.
Durchlass E, et separations-rätter F	0,0956
Caissons G.	0,0956
Systèmes de rätter S.	0,2369
Bocard et separations-rätter.	0,5258
Quatorze cribles.	0,0900
Durchlass N.	0,0478
Six caissons et le sichertrogg. . . .	0,1434
Système du planherd.	0,2151
Dix-sept tables dormantes.	6,1639
Total. . . .	7,6152

Il ne faut donc pas moins de 42 à 43 mètres cubes d'eau par minute, soit pour mettre les appareils en mouvement, soit pour laver les minerais et les produits successifs. Toute l'eau arrive aux ateliers par le conduit A, et s'écoule par le même canal de décharge, dont la différence de niveau avec le premier est de plus de 5 mètres. On emploie donc une chute dont la force peut être évaluée de 46 à 47 chevaux ; la plus grande partie est utilisée pour les roues motrices.

Nous ne décrirons pas en détail d'autres ateliers de préparation mécanique, la même série d'opérations étant appliquée dans tous avec de légères différences dans les quantités d'eau, et les proportions des produits provenant de la différence des gangues.

Les ateliers qui traitent les minerais à gangue de fer carbonaté livrent des produits assez pauvres en plomb : on ne cherche pas, en effet, à

séparer le fer carbonaté, qui sert comme fondant très-utile dans le traitement métallurgique.

La blende lamelleuse est de toutes les gangues celle qui offre le plus de difficultés au lavage, principalement pour les schlamms. A Lautenthal, pour des minerais très-blendeux et pauvres en argent, on ne peut presque pas tirer parti des schlamms fins, et dans la plupart des ateliers on n'emploie pas les bassins de dépôt. Ils donneraient des schlamms très-fins et blendeux, dont l'enrichissement aux tables dormantes serait presque impossible.

Les minerais de cuivre pyriteux, à gangue de pyrite de fer, offrent aussi beaucoup de difficultés. On ne peut pas pousser loin l'enrichissement sans perdre une trop forte proportion de cuivre.

Enfin, dans la préparation mécanique des minerais de plomb contenant des mouches de cuivre pyriteux, on cherche à séparer les gangues stériles, mais à retenir le cuivre pyriteux avec la galène. Dans le traitement métallurgique, le cuivre se concentre de plus en plus dans les mattes successives.

CHAPITRE CINQUIÈME.

Nous terminerons ce long mémoire par le résumé des quantités de minerais soumis à la préparation mécanique dans les trois districts, Clausthal, Zellerfeld et Andreasberg, et des produits bons à fondre obtenus pendant l'année 1848 (1).

(1) Nous ne considérons les produits que sous le rapport du plomb et de l'argent; nous n'indiquerons pas la production du cuivre.

District de Clausthal. — Ce district comprend 31 ateliers différents, occupant :

2 oberpochsteiger, 51 steiger ou surveillants,
Et de 816 à 970 ouvriers.

On a soumis à la préparation mécanique :

4.115 treiben 38 1/6 tonnes =26.210^{mc},680 de minerai

On a obtenu en produits bons à fondre :

1° Minerais de triage et criblage, pour lesquels le Rost pèse 40 centner :

2.576 2/3 Röste = 103.107 centner = 5.052.243 kil.

2° Schlichs humides, pour lesquels le Rost pèse 38 centner, poids sec :

371 3/4 Röste = 36.926,50 centner = 1.809.398,5 kil.

Total 3.549 5/12 Röste, pesant 140.033,5 centner = 6.861.164,50 kil..

Soit par mètre cube : 261$^{kil.}$,78 de minerais préparés pour la fusion.

D'après les essais faits avec soin de toutes les qualités de minerais, grenailles et schlichs envoyés aux usines, les minerais préparés pour la fusion contenaient :

Argent.. 27.214 marcs 1/4 loth. = 6.707 kil.,51
Plomb. . 71.837 centner = 3.520.013 kil.

Soit pour 100 kil. :

Argent 97$^{gr.}$,73 Plomb 54$^{kil.}$,375

Le mètre cube de minerais soumis à la préparation mécanique a donc rendu, dans les produits préparés pour fusion :

Argent 255$^{gr.}$,184 Plomb 142$^{kil.}$,334

Les frais, depuis la sortie des mines jusqu'à l'entrée des produits préparés aux usines, ont été :

	th	gg.	pf.		fr.
Frais de préparation mécanique.	50.356	19	2	=	188.837,99
Frais de transport des minerais et produits. . .	6.845	11	7	=	25.669,56
Frais généraux, entretien, réparations.	17.931	22	11	=	67.244,82
Total. . .	75.134	5	8	=	281.752,37

D'après ces nombres, le mètre cube de minerais bruts a coûté pour la préparation mécanique, transports, etc., 10f,749; et les 1000 kil. de minerais préparés pour la fusion ont coûté 41f,06.

District de Zellerfeld. — Il renferme 16 bocards ou laveries et occupe :

2 obersteiger, 21 steiger ou surveillants,
Et de 426 à 517 ouvriers.

Dans l'année 1848, les mines ont produit :

Minerais pour la préparation mécanique : 2,088 treiben 22 tonnes = 13.300mc,102.

On a obtenu :

1.450 2/3 Röste de produits propres à la fusion = 2.843.293kil.,60 ;
Soit, par mètre cube, 213kil.,781.

La teneur moyenne de 100 kilogrammes de minerais préparés pour la fusion a été :

Plomb 56kil.,50 Argent 94gr.,36

Les minerais contenaient, d'après les essais :

Plomb. . 32.788cent.,52 = 1.606.637kil.,48
Argent. . 10.952marcs 8 3/4l = 2683kil.,37
Soit, pour 1 mètre cube de minerais bruts :
Plomb. . 120kil.,80 Argent. . 201gr.,75

Les frais de toute nature nécessités pour les minerais, depuis leur sortie des mines jusqu'à leur entrée dans les usines, ont été :

	th.	gg.	pf.		fr.
Frais de préparation. .	22.435	16	1	=	84.133,759
Transports.	3.147	18	4	=	11.804,110
Frais généraux et divers.	9.574	22	3	=	35 905,971
Total. . .	35.158	8	8	=	131.843,840

Soit par mètre cube de minerai brut. 9f,913
Et par 1000 kilogrammes de minerais préparés. 46f,37

Il serait important de joindre à ces renseignements numériques la teneur réelle des minerais soumis à la préparation, et par suite la perte en métaux, à laquelle elle donne lieu; mais nous ne pouvons présenter à ce sujet que des nombres approximatifs.

On admet que la préparation du schûrerz donne une perte en métaux ne dépassant pas 4 p. 100, et à peu près la même sur le plomb et sur l'argent.

Les pocherz perdent environ 9 p. 100, les bergerz 17 à 20 p. 100.

Le lavage des schlamms donne une perte supérieure à 40 p. 100.

Enfin, le travail d'hiver des after et le rélavage des boues des bassins de dépôt font perdre de 40 à 80 p. 100 des métaux contenus.

En regard de ces nombres il convient de placer les chiffres moyens des frais de préparation pendant l'été et pendant l'hiver. Ces frais sont, pour 1000 kilogrammes de minerai préparé pour la fusion :

Pendant l'été, de 30 à 35 francs.
Pendant l'hiver, de 70 à 75 francs.

District d'Andreasberg. — Il occupe :

1 obersterger,
11 steiger ou surveillants,
Et de 175 à 180 ouvriers.

En 1848, on a livré à la préparation mécanique :

969 treiben 8 tonnes = 6.171mc,866;

On a obtenu, produits bons à fondre

10.443$^{\text{cent.}}$,65 = 511.738$^{\text{kil.}}$,85;
Soit, par mètre cube : 82$^{\text{kil.}}$,91.

Les essais ont indiqué, dans les minerais préparés pour la fusion, pour 100 kilogrammes :

Plomb 43$^{\text{kil.}}$,75 Argent 312 grammes.
Soit, par mètre cube de minerai extrait :
Plomb 36$^{\text{kil.}}$,27 Argent 258$^{\text{gr.}}$,68

Les frais ont été :

	th.	gg.	pf.		fr.
Frais de préparation. . .	8.627	6	10	=	32.352,316
Transports.	507	21	2	=	1.931,552
Frais généraux et divers.	4.650	8	4	=	17.438 800
Total. . . .	13 785	12	4	=	51.722,668

Soit, par mètre cube de minerais extraits. . 8^{f},38
Id. par 100 kil. de minerais préparés (1). 10^{f},01

En résumé, la préparation mécanique des minerais, dans tout l'Ober Harz, emploie :

5 obersteiger, 80 steiger ou surveillants,
Et de 1.423 à 1.708 ouvriers.

En 1848, les mines ont livré à la préparation 45.682^{mc},648, et on a obtenu 10.216.673^{k},93 de minerais bons à fondre, contenant :

Plomb 5.350.474^{k},06 Argent 10.987^{k},545

Les frais de préparation, transports, etc., supportés par les minerais depuis leur sortie des mines jusqu'à leur entrée dans les usines, ont été de 465.318^{f},478.

(1) La préparation mécanique des minerais du district de Saint-Andreasberg donne, outre le plomb et l'argent, de l'arsenic, qu'on transforme en acide arsénieux. Les filons donnent une certaine quantité de minerais d'argent, assez riches pour être coupellés sans passer à la préparation mécanique.

APERÇU
DE LA
CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA MEURTHE.

Note à l'appui de la carte géologique de ce département, exécutée d'après la carte du dépôt de la guerre.

Par M. LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines.

Le département de la Meurthe ne présente point de terrains dits *d'épanchement;* il ne renferme que des terrains *stratifiés*.

Les terrains de cet ordre, que l'on est parvenu jusqu'ici à distinguer sur les divers points du globe, sont en nombre assez restreint, et les auteurs du magnifique travail de la Carte géologique de France n'en ont accusé que vingt-trois différents. Parmi ces vingt-trois, il n'en apparaît que onze dans le département de la Meurthe, à savoir, suivant leur ancienneté relative : le *grès rouge*, le *grès des Vosges*, le *grès bigarré*, le *muschelkalk*, les *marnes irisées*, le *grès infrà-liasique*, le *calcaire à gryphées arquées*, l'*oolite inférieure* avec les *marnes suprà liasiques*, l'*oolite moyenne*, le *terrain diluvien* et le *terrain moderne*. Ces terrains, à l'exception des deux derniers, appartiennent à la période *secondaire*, et ils sont échelonnés de l'Est à l'Ouest dans l'ordre qui vient d'être indiqué.

Si la carte géologique du département de la Meurthe n'eût dû présenter que les onze divisions

qui viennent d'être énumérées, il ne se fût agi, pour l'exécuter, que de faire un extrait de la carte géologique de France, en le transportant sur une échelle convenable; ce n'eût été qu'une œuvre de dessinateur. Aussi n'est-ce pas de cette manière que l'Administration générale des mines avait conçu l'exécution du grand plan du cadastre minéralogique de la France dont elle poursuit l'exécution. Dans sa pensée, la carte générale dressée par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont devait être en quelque sorte la *grande triangulation*, base de l'opération, ayant pour objet d'arrêter les grands traits principaux de la constitution géologique du pays, tandis que les cartes géologiques départementales en devaient former comme la *triangulation secondaire*, destinée à reproduire les détails qui viennent accentuer ces traits principaux. Il est bien évident d'ailleurs que ce n'est qu'avec ces détails que l'on peut donner aux cartes départementales toute leur utilité d'application, et que c'est en vue de cette utilité que doivent être établies, dans chaque département considéré en particulier, les sous-divisions géologiques qu'il y a lieu de faire dans les divisions principales accusées sur la carte générale de la France.

C'est donc en prenant en considération les matériaux utiles qui sont renfermés dans les différentes couches minérales, que j'ai été conduit à faire, dans les terrains stratifiés du département de la Meurthe, dix-neuf sous-divisions qui sont indiquées dans le tableau ci-dessous, lequel montre en même temps leur correspondance avec les onze divisions principales de la carte de France.

CARTE GÉOLOGIQUE DU DÉPARTEMENT DE LA MEURTHE.	CARTE GÉOLOGIQUE DE LA FRANCE.	
Tourbe et tuf.	Tourbes et alluvions modernes.	
Alluvion des plateaux et des vallées.	Diluvium alpin et Loëss.	
Calcaire corallien et à astartes.	Oolite moyenne.	Terrain jurassique.
Marnes oxfordiennes.		
Grande oolite.	Oolite inférieure et marnes supra-liasiques.	
Oolite inférieure.		
Marnes supra-liasiques. Supérieures. — Minerai oolitique et grès superliasique (*Marly-sandstone* des Anglais).		
Marnes supra-liasiques. Moyennes. — Marnes schisto-bitumineuses et grès médioliasique (grès d'Agincourt).		
Marnes supra-liasiques. Inférieures. — Calcaire ocreux (*à Gryphæa Cymbium*).		
Calcaire à gryphées arquées.	Calcaire à gryphées arquées.	
Grès infraliasique.	Grès infraliasique.	
Gypse et dolomie supérieurs.	Marnes irisées.	Terrain du trias.
Gypse et dolomie moyens.—Sel gemme.		
Gypse et dolomie inférieurs (*Lettenkohle* des Allemands).		
Muschelkalk supérieur. — Groupe calcaire.	Muschelkalk.	
Muschelkalk inférieur. — Groupe marneux.		
Grès bigarré.	Grès bigarré.	
Grès des Vosges.	Grès des Vosges.	
Grès rouge et argilophyre.	Grès rouge.	

Quelques brèves explications vont justifier l'établissement de ces différentes sous-divisions, en même temps qu'elles donneront comme une esquisse de la constitution géologique du département.

Grès rouge. Le *grès rouge* forme donc, comme on vient de le voir, le terrain stratifié le plus ancien qui apparaisse dans le département de la Meurthe. Or on sait que, dans la chaîne des Vosges, ce terrain est concentré dans certaines dépressions dont il semble avoir rempli le fond, et c'est en effet de cette manière qu'il se montre chez nous, où il n'occupe qu'un espace extrêmement restreint dans la vallée de la Plaine, au pied du Donon, près du village de Raon-lès-l'Eau.

On sait aussi que la roche, qui compose essentiellement le terrain que les géologues ont appelé de ce nom de *grès rouge*, est un grès qui est bien moins caractérisé par sa couleur que parce qu'il ne renferme point de cailloux arrondis de quartz, et qu'il contient, avec des débris de roches dioritiques, des cristaux légèrement décomposés de feldspath ; mais à cette roche il s'en trouve habituellement associée une autre, ayant l'apparence d'un porphyre un peu décomposé, et pour cela appelée *argilophyre*, et qui, comme les porphyres en effet, se présente parfois en belles colonnades prismatiques. L'association de ces roches est si constante que l'argilophyre dont il s'agit est communément appelé *porphyre du grès rouge*, et elle est si intime que pour différents points des Vosges on a été obligé, sur la carte géologique de la France, de les figurer par

une seule et même couleur (1). Or, dans notre département, le terrain de grès rouge est représenté presque exclusivement par de l'argilophyre, que l'on exploite pour l'entretien des routes près de Raon-lès-l'Eau, et que l'on voit se dresser en belles aiguilles quand on remonte la vallée de la Plaine jusqu'au delà de la limite du département des Vosges, au lieu dit *la Chaude-Roche*.

Les géologues se sont divisés sur l'origine de l'argilophyre. Les uns n'y ont vu, comme dans les porphyres en général, qu'une roche éruptive; les autres, et nommément M. Hogard, n'y ont vu que la roche normale du grès rouge modifiée par la chaleur des roches ignées sous-jacentes. Il me paraît que cette dernière opinion est celle qui s'applique le mieux à l'argilophyre de Raon-lès-l'Eau, que je considère donc comme n'étant que du grès rouge modifié. En tout cas, j'ai déjà fait remarquer que la roche normale du grès rouge est presque complétement effacée dans cette localité-là, en sorte qu'il n'y avait toujours pas moyen de la distinguer d'avec l'argilophyre sur la carte. **Grès vosgien.**

Le grès vosgien repose distinctement sur l'argilophyre de Raon-lès-l'Eau, et règne ensuite sur une très-grande étendue en allant vers l'Ouest. La bande qu'il forme tout à travers le département, et qui occupe la région presque exclusivement couverte de bois, qu'on appelle *la Montagne*, se dirige environ du N.-E. au S.-O.; et sa plus grande largeur, dans la direction qui joindrait le Donon au village d'Abreschwiller, atteindrait jusqu'à 14 kilomètres. Mais, malgré son importance en

(1) Explication de la carte géologique de la France; par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Tome I, p. 388.

étendue géographique, ce terrain a des caractères si uniformes que je n'ai pas pensé devoir y faire de sous-divisions.

Grès bigarré.

Plus à l'Ouest encore paraît une nouvelle bande qui est constituée par le *grès bigarré*. Ce grès est, à son point de contact, assez difficile à distinguer du grès vosgien ; mais il en diffère pourtant d'une manière essentielle, en ce que ce dernier atteint jusqu'à l'altitude de 1000 mètres près du Donon, tandis que le grès bigarré n'atteint jamais chez nous jusqu'à 500 mètres ; en sorte que le grès vosgien était déjà émergé lorsque les mers déposaient le grès bigarré à son pied et sur ses flancs. La bande que forme ce grès est beaucoup moins large que la bande de grès vosgien, et elle se réduit même en un point à 1 kilomètre. Aussi n'y avait-il pas lieu à y faire de sous-divisions. Il suffira, au point de vue pratique, de mentionner que c'est dans la partie inférieure de cette formation que se trouvent les belles pierres de taille, dites *pierres de sable*, qui s'emploient dans la partie Est du département.

Muschelkalk.

Plus à l'Ouest encore, on voit le grès bigarré recouvert par une nouvelle formation : c'est celle du *muschelkalk*, que j'ai décrite avec détail dans un mémoire spécial (1), et dans laquelle j'ai fait deux sous-divisions : l'inférieure sous le nom de *groupe marneux*, la supérieure sous le nom de *groupe calcaire*. C'est le groupe calcaire qui

---

(1) Mémoire sur le gisement du sel gemme dans le département de la Moselle, et sur la composition générale du terrain de muschelkalk, en Lorraine. (Mémoires de la Société des sciences, lettres et arts de Nancy. 1846, p. 70. — Annales des mines, 4e série, t. II, p. 3.)

fournit exclusivement les pierres à bâtir, et il importait, sous ce rapport, de le bien circonscrire. Quant au groupe marneux, il ne renferme pas de matériaux utiles, si ce n'est quelques carrières de gypse. J'ai démontré d'ailleurs, dans la publication ci-dessus rappelée, que le puissant dépôt de sel gemme des environs de Sarralbe, dans le département de la Moselle, est associé à ce gypse-là.

Je dois ajouter aussi, quant au groupe supérieur, que les calcaires, qui sont connus pour renfermer, aux environs de Lunéville et ailleurs, une si grande quantité d'ossements de grands sauriens, appartiennent aux bancs tout à fait suprêmes dudit groupe.

Marnes irisées ou Keuper.

Dans l'ordre des temps, comme dans l'ordre géographique en avançant toujours vers l'Ouest, ce sont les *marnes irisées* qui succèdent au muschelkalk. Ce terrain, qui est le plus important de tous ceux du département, en raison du sel gemme qu'il recèle, est beaucoup plus développé que les précédents, et surtout vers la limite Nord où il a, sous le parallèle de Fénestrange, jusqu'à 37 kilomètres de largeur, tandis que dans le Sud, sous le parallèle de Gerbéviller, il n'en a plus que 19. D'ailleurs sa puissance connue (et elle n'est pas connue tout entière) atteint, aux environs de Vic et de Dieuze, jusqu'à 274 mètres. Il était donc nécessaire d'établir des coupures dans cette formation; je l'ai divisée en trois groupes désignés comme il suit :

Gypse et dolomie inférieurs,

Gypse et dolomie moyens,

Gypse et dolomie supérieurs;

En les rattachant au petit nombre de couches pierreuses que renferment les marnes irisées.

Groupe moyen.

Lorsqu'on parcourt le département de la Meurthe dans sa région médiane, en allant, par exemple, d'Insming, aux confins du département de la Moselle, vers Gripport, aux confins du département des Vosges, on rencontre à chaque pas un calcaire blanc jaunâtre, à cassure mate, qui forme des pierres lisses et plates, seul moellon que l'on ait à sa disposition dans cette région. C'est un calcaire magnésien dont M. Élie de Beaumont avait signalé, dès 1828 (1), la constance sur le revers occidental des Vosges, que j'ai suivi pied à pied tout à travers le département de la Meurthe, dans 138 communes, et qui forme par conséquent un des meilleurs horizons géologiques auxquels on puisse avoir recours comme moyen de repère. Le plateau dans lequel ont été ouverts les puits de la mine de sel gemme de Vic est formé par ce calcaire, que M. Voltz avait décrit, en 1823, sous le nom de *calcaire inférieur* (2). C'est là ce que j'appelle *dolomie moyenne* ou *dolomie-moellon*.

Dolomie moyenne ou dolomie-moellon.

Au-dessous de cette dolomie-moellon on observe, avec une constance presque pareille, un grès argileux (psammite) rougeâtre ou grisâtre, ou bariolé de ces deux couleurs, que j'ai caractérisé ailleurs sous le nom de *grès de Stuttgard*. Faute de meilleurs matériaux, on l'utilise souvent en le broyant, pour le faire entrer comme sable dans la composition des mortiers. Il renferme des *Equisetum* et des *Calamites*, et en différents points

Grès moyen (grès de Stuttgard).

(1) Observations géologiques sur les différentes formations qui, dans le système des Vosges, séparent la formation houillère de celle du lias. (Annales des mines, 2ᵉ série, t. I, p. 454.)

(2) Notice géognostique sur les environs de Vic. (Annales des mines, 1ʳᵉ série, t. VIII, p. 229.)

des départements voisins, à Morhange, à Piblange, à Valmunster (Moselle), à Noroy, à Saint-Menge, à La Vacheresse (Vosges), on y a trouvé une mauvaise couche de houille qui a donné lieu à bien des déceptions. C'est précisément dans ce grès qu'ont été attaqués les puits de la mine de Vic, et il y a été traversé sur une épaisseur de 15 mètres.

Gypse moyen avec sel gemme.

Enfin au-dessous de ce grès on ne tarde pas à rencontrer, en beaucoup de points du département, des dépôts de gypse. C'est là le *gypse moyen*, qui, avec ledit grès et la dolomie-moellon, caractérise ce que j'appelle le groupe moyen des marnes irisées. La butte de Léomont, près Lunéville, présente une belle coupe de ce groupe, à savoir : le gypse au pied, le grès à mi-côte et la dolomie au couronnement. C'est dans ce gypse-là que sont ouvertes les carrières de Lunéville (route de Nancy), Deuxville, Vitrimont, Anthelupt, Rosières-aux-Salines, Vigneulles, Haussonville, Velle-sur-Moselle, Saint-Mard, Lorey, Bayon, Mangonville, Bainville-aux-Miroirs, Gripport, Giriviller, Froville, Haigneville, Brémoncourt, Einvaux, Paroye, Moncourt, Maizières, Azoudange, Languimbert, Fribourg-l'Évêque, Hunskirch, Conthil et Bellange; et c'est celui qu'on a rencontré dans les puits de Vic et de Dieuze, et auquel est associé l'immense dépôt de sel gemme de la vallée de la Seille.

Groupe supérieur.

Que l'on vienne maintenant à s'élever au-dessus de l'horizon formé par la dolomie moyenne, et l'on ne tarde pas à rencontrer, en divers points du département, d'autres dépôts de gypse qui sont aussi recouverts par de petits bancs dolomitiques : c'est là ce que j'appelle *gypse et dolomie supé-*

rieurs. Cette dolomie-là ne saurait d'ailleurs être confondue avec la dolomie-moellon ; elle est beaucoup plus marneuse, extrêmement gelive, à cassure très-irrégulière, ne forme en général que des bancs fort peu importants et mal suivis, et par toutes ces raisons n'est pas propre à fournir des pierres de construction. C'est au groupe supérieur que se rapportent la plupart des gypses qui se trouvent dans la partie du département située au Nord de Lunéville : à Crévic, Maixe, Bathelémont-lès-Bauzemont (1), Athienville (près de la ferme de la Haute-Foulcrey), Juvrecourt, Moncel, Chambrey, Coutures, Amelécourt, Lubécourt, Fonteny, Lucy, Lesse, Marthil, Achain, Riche, Haboudange, Burlioncourt, Puttigny, Obreck, Lidrezing, Guébling, Marimont-la-Haute, Vahl, Domnon, Lostroff, Saint-Médard, Haraucourt-sur-Seille, Salival, Moyenvic et Vic (au pied de la colline du Télégraphe). La strontiane sulfatée, sous forme de petites aiguilles cristallines roses ou blanches, est très-répandue dans ce groupe. On y trouve aussi quelques rares coquilles, tant bivalves qu'univalves, qui n'ont pas encore été déterminées. Le groupe moyen, au contraire, n'a présenté jusqu'ici aucun fossile du règne animal.

Groupe inférieur.

Le *groupe inférieur* des marnes irisées s'observe très-bien près du confluent de la Vezouse dans la Meurthe : le gypse au moulin dit de Xerbéviller, et la dolomie à la carrière dite de Sainte-Anne. En

(1) C'est dans le gypse de cette localité que feu M. le docteur Gaillardot a signalé la présence de la *magnésie boratée*, ainsi que cela a été vérifié par l'analyse de M. Braconnot (Précis des travaux de la Société royale des sciences, lettres et arts de Nancy, de 1824 à 1828, p. 50).

sorte que l'on trouve réunis, près de Lunéville, dans un espace de deux lieues, les gypses des trois groupes : l'inférieur audit moulin de Xerbéviller, le moyen à la sortie de Lunéville sur la route de Nancy, et le supérieur à Crévic. Ce qui distingue la *dolomie inférieure* des autres, et ce qui la caractérise, c'est d'être cristalline et assez résistante pour que le service du Génie militaire la fasse exploiter pour pierre à pavés, d'être accompagnée de grès schisteux tout remplis d'impressions végétales, et de renfermer en abondance des restes de poissons et de sauriens. Le gypse inférieur ne s'est présenté à moi que dans un seul autre point, près de la ferme de Beaupré, située sur la Meurthe, en amont de Lunéville; mais la dolomie cristalline, avec les grès schisteux impressionnés, s'observe d'un bout à l'autre du département ; et j'ai pu les suivre depuis Fénestrange, aux confins du Bas-Rhin, jusqu'à Moyen, aux confins des Vosges, de manière à acquérir la certitude que les roches de Sainte-Anne ne forment pas un simple accident. Il est cependant probable que c'est ainsi qu'elles avaient été envisagées par les observateurs du pays, car elles n'ont été l'objet d'aucune mention particulière de leur part. Elles se confondaient pour eux avec le muschelkalk que l'on exploite en face de Sainte-Anne, sur la rive gauche de la Meurthe, dans les carrières de Rehainviller, si bien connues pour l'abondance et la belle conservation des ossements de grands sauriens, qui y ont été recueillis par MM. Gaillardot et Perrin. Or les roches de Sainte-Anne renferment, en effet, indépendamment des restes de poissons et de sauriens que j'y ai signalés, quelques coquilles qui appartiennent également au

muschelkalk; et, en raison de cela, on serait certainement fondé à les classer dans ce terrain. Toutefois, ce ne serait qu'à la condition d'en former l'étage tout supérieur; car les calcaires de Sainte-Anne ne sauraient, dans aucun cas, être rapportés au calcaire de Réhainviller, dont ils se distinguent profondément, tant en ce qu'ils se trouvent à un niveau bien supérieur, qu'en raison de leur nature minéralogique et de leur association avec des grès à impressions végétales, tandis que ni les grès ni les impressions végétales ne se trouvent dans le muschelkalk de Réhainviller.

Quoi qu'il en soit, j'ai été conduit à séparer les roches de Sainte-Anne du muschelkalk pour en faire le groupe inférieur des marnes irisées, par cette considération que l'on observe au-dessous de la carrière de Sainte-Anne une certaine épaisseur de marnes rouges et violâtres. Sans doute la couleur est un caractère, en général, fort secondaire; mais si, comme M. Élie de Beaumont l'a indiqué (1), la *rubéfaction* des marnes keupériennes se lie à des phénomènes chimiques (2) d'une grande importance et dont la connaissance expliquerait probablement tout à la fois la formation du gypse, du sel et de la dolomie, il me semble qu'on est fondé à établir la ligne de démarcation du muschelkalk et du keuper, de manière à ce qu'elle

(1) Explication de la carte géologique de France, tome II, p. 94.

(2) Des tentatives ont déjà été faites pour réaliser ces phénomènes. (Voir les Expériences sur la formation artificielle, par voie humide, de quelques espèces minérales, etc., par M. H. de Sénarmont.— Annales de chimie et de physique, 3e série, tome XXX.)

sépare les dolomies de Sainte-Anne, qui se trouvent dans la sphère d'action du phénomène de la rubéfaction, du calcaire de Réhainviller, du muschelkalk proprement dit, qui paraît s'être déposé avant le commencement de ce phénomène.

Au surplus, la difficulté que l'on éprouve très-réellement à établir cette ligne de démarcation ne fait que justifier la réunion qui a été faite de ces trois systèmes de couches, grès bigarré, muschelkalk et marnes irisées, en un seul terrain, celui du *trias*, réunion qui a été établie par M. Alberti dans un ouvrage devenu classique (1).

Quoi qu'il en soit, l'établissement de ce *groupe inferieur* du keuper présente cet avantage : qu'il complète le parallélisme entre les marnes irisées de la Lorraine et celles de la Souabe, telles qu'elles sont décrites dans l'ouvrage que je viens de rappeler, et que je les ai reconnues moi-même dans un voyage fait en Souabe il y a plus de vingt ans (2). Le parallélisme, en effet, est tellement frappant, quant aux parties supérieure et moyenne du keuper, qu'il y avait lieu de s'étonner de ne pas retrouver chez nous l'équivalent du dernier groupe des Allemands, de celui que M. Alberti a nommé *lettenkohle*, parce qu'il renferme en effet habituellement, dans la Souabe, une couche de houille terreuse. Or les éléments qui compo-

---

(1) Beitrag zu einer monographie der Bunten Sandstein, muschelkalks und keupers. 1834. — Stuttgard und Tubingen.

(2) Les observations que j'ai publiées à la suite de ce voyage, dans les Mémoires de la Société géologique, auraient besoin aujourd'hui d'être rectifiées en quelques points ; je me réserve de le faire dans la monographie que je prépare des marnes irisées de la Lorraine.

sent ledit groupe, en outre de la houille, sont les suivants (1) : de l'argile schisteuse, du schiste marneux, du grès, de la dolomie, du calcaire et du gypse, avec de nombreux restes de sauriens et de plantes, c'est-à-dire tous les éléments qui se trouvent dans mon groupe inférieur de la Lorraine, *gypse et dolomie inférieurs*, moins la houille, qui n'est représentée chez nous que par des impressions de plantes, comme cela arrive du reste si souvent dans le terrain houiller lui-même.

Ce qui a empêché jusqu'ici d'apercevoir ce parallélisme, c'est qu'on a voulu voir le *lettenkohle* d'Alberti dans la couche de houille dont j'ai indiqué plus haut l'existence, en quelques points de la Lorraine, à Noroy (Vosges), Morhange (Moselle) etc., dans le *grès moyen* (2) qui se trouve à la partie supérieure du groupe moyen, couche dont M. Élie de Beaumont avait si bien reconnu la position, lorsqu'il l'a caractérisée en disant: « Les masses de sel gemme reconnues à Vic, à » Dieuze et dans plusieurs autres points de la » Lorraine, se trouvent dans la partie inférieure » des marnes irisées, c'est-à-dire *au-dessous* du » système de couches de calcaire magnésifère, de » *grès* et de *combustible* (3). » Or, il est mainte-

(1) Alberti. Ouvrage cité, p. 118.

(2) Il est à noter que, d'après M. d'Alberti lui-même (ouvrage cité, p. 146), le grès du Kriesberg, près de la ville de Stuttgard, par le nom de laquelle je caractérise mon *grès moyen*, renferme aussi un gîte de combustible; mais ce savant auteur se garde bien de le confondre avec son *lettenkohle*.

(3) Ouvrage cité. Annales des mines, 2e série, t. IV, p. 79.

nant bien manifeste que la couche de houille dont il s'agit et le *lettenkohle* appartiennent à des horizons géologiques très-distants l'un de l'autre, puisqu'à Dieuze, par exemple, ils seraient séparés, *au minimum*, par toute l'épaisseur connue du gîte salifère, qui est de 209 mètres; puisque, tandis que le premier se trouve dans la partie supérieure du groupe moyen des marnes irisées, le lettenkohle se trouve tout à la lisière du muschelkalk.

L'erreur dont il s'agit a été commise par M. Alberti lui-même (1), et en abaissant dans l'échelle géologique, jusqu'au niveau de son lettenkohle, la couche de houille de Noroy, Morhange, etc., dont les affleurements sont bien supérieurs au sel gemme, il a été logiquement conduit à cette conséquence également erronée : que le sel gemme de la vallée de la Seille se trouverait dans le groupe du lettenkohle (2). Et cette remarque montre

(1) Ouvrage cité, p. 274.

(2) Ouvrage cité, p. 292. On lit dans le même ouvrage (p. 286) qu'on a trouvé aux environs de Dieuze, dans le *lettenkohle*, des dents de poissons et des ossements. Cette mention est si peu d'accord avec les faits qu'il était nécessaire de remonter à son origine, et j'ai trouvé qu'elle est presque littéralement empruntée à MM. d'Œynhausen, de Dechen et de La Roche (Geognostiche Umrisse der Rheinländer zwischen Basel und Maïnz, etc. 2e partie, p. 141. Essen, 1825). Or ces savants auteurs ne font eux-mêmes que citer à cet égard un mémoire de Loysel, inséré dans le Journal des Mines, t. III, p. 14, et où il est dit : Qu'il y a, au nord de la saline de Dieuze, des schistes noirs, bitumineux, parmi lesquels il s'en est trouvé de coquilliers, formant le haut d'un plateau recouvert par le bois de Kerprich; qu'il y existe même quelques veines de bois fossile passé à l'état de la houille, et qu'au voisinage de cette houille on a rencontré des dents de requins, des mâchoires et des ossements de gros animaux marins. — Ce

encore toute l'importance qu'il y a, au point de vue pratique, à séparer du groupe moyen, qui renferme chez nous le sel gemme, toute cette bande qui constitue mon groupe inférieur, et où il n'y a pas lieu de le chercher.

Grès infraliasique. Le *grès infraliasique* ne forme qu'une bande étroite qui suit tous les contours des marnes irisées du groupe supérieur, avec lesquelles il alterne même quelquefois au contact, et il ne pourrait y avoir d'intérêt à le sous-diviser.

Mais j'appellerai particulièrement l'attention sur l'existence, à la partie tout à fait supérieure de ce groupe, au contact du calcaire à gryphées arquées, d'une couche de marnes, de couleur rouge, qui atteint jusqu'à 5 mètres de puissance, et qui a jusqu'ici échappé aux observateurs, parce

---

qui est parfaitement certain, c'est que le plateau recouvert par le *bois de Kerprich* est constitué par le *lias*, lequel présente souvent, soit dans la partie inférieure du *calcaire à gryphées arquées* (et celles-là sont coquillières), soit dans la partie supérieure du *grès infraliasique*, des assises schistoïdes, noires, bitumineuses, avec du *jayet*. Et quant aux restes de poissons et de gros animaux marins qu'y indique Loysel : d'une part, les premiers ne sont pas rares, et sur ce plateau même, dans le grès infraliasique; d'autre part, si je n'ai pas observé moi-même de gros ossements dans ce grès sur le côteau de Kerprich, j'en ai trouvé, près de Saint-Nicolas-du-Port, dans une position géologique identique. Voilà l'interprétation qui doit être donnée au fait indiqué par Loysel. Et toutefois on comprend bien comment, étant une fois admis que les couches bitumineuses du plateau de Kerprich appartenaient au *lettenkohle*, c'est-à-dire à la partie inférieure des marnes irisées, et non au *lias* (comme c'est en réalité), on avait été amené à conclure que le sel gemme de la vallée de la Seille, qui gît à plus de 150 mètres au-dessous dudit plateau, était inférieur au lettenkohle.

qu'en raison même de la couleur de ces marnes, et lorsque l'état des cultures ne permet pas de distinguer le grès lui-même, ils étaient naturellement portés à n'y voir que des marnes du terrain keupérien ; et il est même résulté de là qu'on a indiqué la présence de ce terrain à des niveaux plus élevés que ceux qu'il atteint réellement. Au surplus, les marnes rouges que je signale se distinguent en ce qu'elles sont onctueuses et schistoïdes, tandis que les marnes irisées, en général, sont arides au toucher et ont la propriété de se diviser en fragmeuts cuboïdes.

Mais ce qui fait le caractère utile de cette couche de marnes, c'est que j'ai reconnu qu'elle donne lieu, par son contaçt avec les bancs perméables du calcaire à gryphées arquées, à un magnifique niveau de sources qui règne d'un bout du département à l'autre.

Calcaire à gryphées arquées.

Le *calcaire à gryphées arquées* est trop uniforme pour qu'il y ait matière à y faire des divisions. Il importe seulement de faire remarquer que les bancs tout supérieurs de ce terrain contiennent habituellement dans le département de la Meurthe, en même temps que les gryphées arquées qui les caractérisent, quelques bélemnites courtes.

Oolite inférieure et marnes supraliasiques.

Le terrain dans lequel les auteurs de la carte géologique de France ont réuni l'oolite inférieure et les marnes supraliasiques se divise naturellement en deux parties; mais je ne me suis pas borné là, et j'ai établi trois sous-divisions dans les marnes supraliasiques et deux dans l'oolite inférieure.

La première sous-division des marnes supra-

Marnes supraliasiques.

liasiques, que j'appelle *marnes inférieures*, comprend d'abord des marnes qui reposent immédiatement sur le calcaire à gryphées arquées et qui sont exploitées pour terre à tuile et à briques, en divers points du département, par exemple, auprès de la Chartreuse de Bosserville. C'est là qu'on a trouvé un fossile assez rare, l'*hippopodium ponderosum*. Puis vient un système de bancs calcaires et marneux particulièrement abondants en *gryphæa cymbium* et dont les plus élevés sont exploités près de Nancy, dans les communes de Séchamp, Essey, Saulxures et Tomblaine, pour l'entretien des routes. Les carrières de ces localités sont connues pour la variété et la beauté des fossiles qu'elles récèlent. Le calcaire dont il s'agit est tout imprégné de pyrites qui lui donnent, par leur décomposition, une teinte ocreuse qui me paraît assez caractéristique pour que je consacre le nom de *calcaire ocreux* à cette roche.

Du reste ce calcaire ne forme pas, comme on avait semblé le croire jusqu'ici, une singularité près de Nancy, et je l'ai suivi toujours semblable à lui-même d'un bout à l'autre du département, depuis Les Ménils, aux confins de la Moselle, jusqu'à Bouzanville, aux confins des Vosges. Je l'ai reconnu aussi aux environs de Metz (à la côte de Queleu, rive droite de la Seille), où M. Simon l'a caractérisé sous le nom de *calcaire à bélemnites* (1). Il correspond probablement, dans les Ardennes, au *calcaire sableux* de MM. Sauvage et Buvignier, et très-certainement, comme je l'ai constaté tout récemment sur les lieux, à celui qui

(1) Notice sur le lias de la Moselle. Metz, 1836.

est désigné aux environs d'Avallon, par M. Moreau, sous le nom de *calcaire à gryphœa cymbium* (1). J'ai reconnu bien positivement que le petit bourrelet qui forme la base du coteau de Vassy, en contrebas de la fabrique de ciment romain, et que M. Élie de Beaumont caractérise dans son diagramme (1) sous le nom de *calcaire noduleux*, est constitué par le calcaire à *gryphœa cymbium*.

Marnes moyennes.

La deuxième sous-division, que j'appelle *marnes moyennes*, comprend d'abord des marnes bleues renfermant de gros ovoïdes qui consistent en fer carbonaté argileux; on y trouve le *pecten æquivalvis* en abondance, en même temps que quelques *gryphœa cymbium* très-dilatées. Un assez grand nombre de tuileries empruntent leur matière première à ces marnes-là. Puis vient un système de marnes schisteuses ou schisto-bitumineuses, avec *posidonies* et inocérames, et dans lesquelles on a aussi trouvé quelquefois des débris d'ichtyosaures. Vers la base de ce système, j'ai signalé pour la première fois, près d'Agincourt (aux environs de Nancy), une couche de grès qui me paraît particulièrement propre à jalonner le groupe des *marnes moyennes*, et que j'appelle du nom de *grès medioliasique*.

Le grès dont il s'agit est calcaire, et l'on pourrait l'appeler tout aussi bien un calcaire arénacé. Il est d'un jaune grisâtre sur ses surfaces extérieures, mais il est bleuâtre à l'intérieur. Il est

---

(1) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. II, page 666.

(2) Explication de la carte géologique de la France, t. II, page 341.

très-abondant en fossiles, parmi lesquels les plus caractéristiques sont l'*avicula inæquivalvis* (Sow.), la *plicatula spinosa* (Sow.), l'*ammonites spinatus* (Brug.), la *terebratula triplicata* (Phil.). M. l'ingénieur Zeiller a reconnu, sur des échantillons de ce grès pris *à la Poudrière*, près Nancy, qu'il serait susceptible de donner du ciment romain, et la même propriété a été constatée sur d'autres échantillons provenant de Chaligny. Dans cette dernière localité, à Custines et ailleurs, on y a trouvé du *jayet* se présentant sous forme d'une planche de 4 centimètres d'épaisseur posée horizontalement entre les couches du terrain.

Le *grès médioliasique*, que j'ai observé aussi bien vers la limite N.-O. du département, sur les versants de la côte de Mousson, que vers la limite S.-O., dans le haut du vallon du Brénon, se continue certainement encore plus au Sud, dans le département des Vosges. Il est impossible, en effet, de ne le pas reconnaître dans la description que donne M. Elie de Beaumont du calcaire *argilo-sableux* de la côte de Mont-Lambert (près Langres) et du calcaire *sableux* de la côte de Châtenois, près de Neuchâteau (1), roches qu'il range dans son *calcaire noduleux*, en leur affectant dans ses diagrammes l'annotation J^{1b}, et c'est ce qui est pleinement confirmé par l'examen des échantillons de ces localités qui sont déposés à l'Ecole des mines.

Mais ici se place une observation importante : c'est que le calcaire noduleux dont il s'agit (des environs de Langres et de Châtenois), et qui n'est

---

(1) Explication de la carte géologique de la France, pages 400 et 403.

que la continuation de notre *grès médioliasique*, ne saurait être confondu avec le calcaire noduleux de Vassy, dont il a été parlé plus haut et dont nous avons montré le parallélisme avec notre calcaire ocreux. Le calcaire noduleux des environs de Langres et de Châtenois appartient évidemment à un horizon plus élevé que le calcaire noduleux de Vassy, et il correspondrait précisément à la *pierre à ciment* de cette localité. Cette conclusion se justifie d'autant mieux que notre grès médioliasique, comme je l'ai fait remarquer, contient de la pierre à ciment, nommément à la Poudrière, près Nancy; et M. Elie de Beaumont a reconnu aussi, en parlant de cette localité, que « c'est en effet la position géologique du ci- » ment de Vassy (1). » Quoi qu'il en soit, l'observation qui précède montre que l'on s'exposerait à des confusions fâcheuses, si l'on conservait le nom de *calcaire noduleux* dans le langage géologique.

Je n'ai pas suivi le grès médioliasique dans le département de la Moselle; mais je ne doute pas qu'il n'ait été aperçu par M. Simon, alors qu'il dit que les *marnes grises micacées siliceuses* « renferment des couches de grès grossier à grains » d'aspect terreux où le calcaire domine (2). » Il me paraît d'ailleurs extrêmement probable que c'est au même grès des marnes moyennes qu'il faut rapporter et le *grès d'Hettange* (Moselle), dont la position géologique a été si controversée

(1) Explication de la carte géologique de la France, pages 409 et 410.

(2) Notice sur le lias du département de la Moselle, page 5. Metz, 1836.

en raison de la très-grande ressemblance de certains des fossiles qu'il contient (une gryphæa, par exemple, très-voisine de la *G. arcuata*) avec ceux du calcaire à gryphées arquées, et le *macigno d'Aubange* (Belgique), et le *calcaire ferrugineux* de MM. Sauvage et Buvignier dans les Ardennes.

Marnes supérieures.

La troisième sous-division, que j'appelle *marnes supérieures*, comprend d'abord un grès argileux qui correspond au *Marly-sandstone* des Anglais, puis un système de couches de fer hydroxidé bien connues sous le nom de *minerai oolitique*, le tout couronné par des marnes grises ou bleues qu'il ne me paraît pas possible de différencier d'avec le reste des marnes supraliasiques. C'est cette considération qui, corroborée par celle des fossiles, m'a déterminé, comme je l'ai expliqué dans un travail spécial (1), à classer le minerai oolitique dans lesdites marnes. Je ne reviendrai pas sur ce travail et je rappellerai seulement qu'il se manifeste, au contact des marnes qui couronnent ce groupe supérieur avec le calcaire oolitique, un magnifique niveau de sources d'un bout à l'autre du département.

Etage oolitique inférieur.

L'observateur qui descend le cours de la Meurthe depuis Nancy, et celui de la Moselle depuis Pont Saint-Vincent, est frappé par l'aspect de rochers blancs à pic, apparaissant sous la figure de murailles qui forment le couronnement des coteaux à travers lesquels ces vallées ont été ouvertes. Ces rochers sont formés en général par un calcaire saccharoïde qui renferme un grand nombre de

(1) Notice sur la minière de fer de Florange. — Annales des mines; 4e série, t. XVI, page 241.

polypiers, en raison de quoi il a été désigné par les observateurs du pays sous le nom de *Calcaire à polypiers*. Mais je me hâte de faire remarquer qu'il ne faut pas confondre les couches de cet horizon avec celles qui ont reçu plus anciennement le même nom dans le département du Calvados; car ce dernier, comme on le sait, est plus élevé que la *grande oolite* et par conséquent que la couche argileuse appelée *fullers-earth*, tandis qu'en Lorraine, au contraire, c'est toujours au-dessus de notre *calcaire à polypiers* que l'on observe le fullers-earth.

Quoi qu'il en soit, la ligne d'anciens récifs dont il s'agit forme évidemment un excellent repère pour partager l'étage oolitique inférieur en deux groupes : le premier groupe qui, sous le nom d'*oolite inférieure proprement dite*, comprendrait, avec la mince couche argileuse de fullers-earth, le calcaire à polypiers et les autres couches calcaires qui sont situées au-dessous; le deuxième groupe qui, sous le nom de *grande oolite*, comprendrait toutes les couches supérieures au *fullers-earth*.

L'oolite inférieure proprement dite constitue, d'après la définition qui vient d'en être donnée, une division presque exclusivement composée de calcaire; et aussi donne-t-elle lieu à de nombreuses exploitations de carrières qui fournissent la majeure partie des moellons et des pierres de taille employés dans la moitié occidentale du département. C'est vers la partie basse du groupe que se trouvent les bons moellons connus à Nancy sous le nom de *roche rouge*. C'est au contraire vers la partie haute, dans la zone du calcaire à polypiers, qu'il faut chercher les pierres de taille. Oolite inférieure proprement dite.

Mais il importe de faire remarquer à cet égard que, si la zone dont il s'agit peut être justement caractérisée par la roche que nous avons définie sous le nom de calcaire à polypiers, cela ne veut pas dire que la formation madréporique s'y soit exclusivement développée. Il est manifeste au contraire que cette formation-là était concomitante d'une autre formation plus générale; car le calcaire madréporique est intimement entrelacé avec un autre calcaire, grenu ou sublamellaire, de couleur grise, où la structure oolitique est déjà bien accusée, et qui renferme aussi beaucoup de lamelles d'entroques. Aussi le calcaire madréporique ne forme-t-il pas des bancs absolument suivis, mais des glandes plus ou moins développées qui se fondent dans le calcaire grenu (1). Or, c'est précisément là où le calcaire madréporique manque, ou bien plutôt là où il a entièrement pénétré le calcaire grenu, que sont les gîtes de pierres de taille.

Quant au calcaire madréporique ou saccharoïde lui-même, il est utilisé, en raison de sa dureté, pour l'entretien des routes auxquelles il fournit d'excellents matériaux de réparation ; et, en raison de sa pureté, d'une part, pour servir de castine dans les hauts-fourneaux, et d'autre part pour la fabrication de la soude brute dans la manufacture de produits chimiques de la saline de Dieuze.

Grande oolite. Le groupe de la *grande oolite* comprend non-

(1) M. Élie de Beaumont a fait une remarque analogue relativement au calcaire à polypiers des environs de Pouilly, en Auxois, lequel correspond précisément à celui de la Lorraine. (Explication de la carte géologique, t. II, pages 371 et 451.)

seulement le calcaire qui est connu en géologie sous ce nom, mais encore les couches moins importantes qui lui sont superposées et qui peuvent représenter le *bradford-clay*, le *forest-marble* et le *corn-brash* des Anglais.

De nombreuses carrières de moellons et de pierres de taille sont aussi ouvertes dans ce groupe; mais les produits en sont généralement moins bons que ceux du groupe inférieur.

Étage oolitique moyen.

L'étage oolitique moyen se divise tout naturellement en deux groupes, d'après la consistance des roches qui le composent et par conséquent aussi d'après le relief du terrain.

Argile d'Oxford.

Le groupe inférieur, particulièrement marneux, correspond à l'*argile d'Oxford*. Il fournit des argiles pour la fabrication des tuiles. La ligne de contact qui le sépare du groupe supérieur est accusée par un niveau de fort belles sources qui alimentent les villages situés sur le penchant ou au pied des côtes.

Calcaire corallien.

Le groupe supérieur, exclusivement calcaire, correspond au *coral-rag* des Anglais. Je l'appelle *calcaire corallien*, en y comprenant et le calcaire madréporique, auquel M. Thurmann a plus particulièrement donné ce nom, et l'*oolite corallienne* du même auteur, et le *calcaire à nérinées* de M. Thirria, et même le *calcaire à astartes*. Ce dernier, du reste, ne fait que poindre dans le département de la Meurthe, aux confins de celui de la Meuse, dans lequel il prend ensuite tout son développement.

On ne tire des calcaires de ce groupe que de médiocres pierres de construction; mais le calcaire madréporique fournit de bons matériaux pour l'entretien des routes. Le calcaire à nérinées,

qui est d'un très-beau blanc tendre et d'un grain très-fin, et qu'on ne peut mieux définir que par le nom qu'on lui donne dans certaines parties de la Champagne et de la Bourgogne, celui de *craie corallienne*, le calcaire à nérinées est exploité dans les communes d'Uruffe et de Gibeaumaix pour faire de la chaux grasse particulièrement destinée, en raison de sa pureté, aux verreries de Cirey et de Valerysthal et à la cristallerie de Baccarat, ainsi qu'à la fabrique de chlorure de chaux de Dieuze.

L'étage oolitique moyen s'accuse par de longues crêtes rectilignes couvertes de vignobles qui s'alignent du Nord au Sud et forment ce qu'on appelle les côtes du pays de Toul. Ce n'est en effet qu'aux environs de cette ville que cet étage commence à se montrer. Or on est là à 10 kilomètres de la limite occidentale du département, et cette observation montre comment les divers terrains se sont déposés de plus en plus vers l'ouest à mesure qu'on descendait l'échelle des temps.

Mais pendant que les terrains que nous venons de parcourir s'échelonnent ainsi successivement de l'Est à l'Ouest, il en est un qui s'observe par tout le département, recouvrant indifféremment tous les autres terrains : c'est le terrain diluvien ou *diluvium*.

Diluvium des plateaux.

Son caractère général, comme je l'ai déjà indiqué ailleurs (1), est d'être composé d'une argile jaune d'ocre, jaspée de blanc, qui présente souvent, sur ses surfaces de séparation, des enduits bleuâtres dûs à de l'oxyde de manganèse, de renfermer

(1) Coup d'œil sur la géologie. (Mémoire de la Société des sciences, etc. de Nancy pour 1844.)

des cailloux arrondis exclusivement quartzeux, et d'être tout à fait privé de coquilles fossiles. On le trouvé couronnant des plateaux très-élevés, jusqu'à l'altitude de 400 mètres, c'est-à-dire dominant les vallées de près de 200 mètres. Son épaisseur est quelquefois de 5 mètres. Il constitue particulièrement le sol des forêts, et aussi l'argile jaune est-elle souvent appelée par les habitants de la campagne du nom de *terre de bois.*

Diluvium des vallées.

Cependant cette même argile se trouve aussi dans le fond et sur les flancs des vallées, mais mêlée alors, non pas seulement de cailloux quartzeux, mais de cailloux granitiques, dioritiques ou autres propres à ces vallées. Or on peut se demander : ou bien si l'argile jaune s'est dé-déposée simultanément sur les plateaux et dans les vallées, se mêlant dans celles-ci aux cailloux qui y étaient charriés au même moment par les cours d'eau ; ou bien si l'argile jaune des vallées n'est que le résultat du remaniement qu'aurait éprouvé celle des plateaux postérieurement à son dépôt ; de telle sorte que, de ces deux phénomènes, l'un serait antérieur et l'autre postérieur au creusement des vallées ; l'un se serait passé dans une période tranquille, qu'il faudrait peut-être rapporter à l'époque tertiaire, tandis que l'autre, seul, se serait passé sous l'influence d'actions violentes, comme celles que l'on imagine avoir eu lieu pendant l'époque diluvienne. Cette dernière opinion a déjà été émise par M. Daubrée (1), et elle se présente, en effet, avec bien de la probabilité. Et d'abord il est incontestable que l'argile jaune des plateaux se distingue de celle des val-

(1) Annales des mines, 4e série, t. X, page 58.

lées en ce qu'elle constitue des dépôts plus réguliers, et où il se manifeste une certaine schistosité qui implique qu'elle s'est formée pendant une période de tranquillité. Ce qui vient encore à l'appui de cette induction, c'est que cette formation de l'argile jaune, qui me paraît se montrer non-seulement dans les départements de l'Est où je l'avais d'abord observée, mais jusque dans le bassin de Paris et jusque dans le département de la Charente-Inférieure, est ainsi empreinte d'un vrai caractère de généralité. Et maintenant, après avoir lu l'intéressant travail qui a été publié par M. Coquand (1) sur les dépôts superficiels *avec minerais de fer* de ce dernier département, je ne serais pas éloigné de croire que l'argile jaune des plateaux de la Lorraine ne dût être rapportée à ces dépôts.

Dans tous les cas, les gîtes de minerai de fer en grains, qui sont si nombreux dans cette position géologique dans le département de la Moselle, sont au contraire très-rares dans le département de la Meurthe. On n'en connaît qu'un seul, et encore très-peu abondant, sur la côte de Malzéville, où il remplit non-seulement des fentes ou poches verticales ouvertes à travers les bancs calcaires qui constituent la côte, mais encore des boyaux ou sortes de couloirs qui s'étendent sous ces bancs.

Quoi qu'il en soit, la difficulté très-réelle qui existe pour distinguer la limite précise où finit l'argile jaune des plateaux et où commence celle des vallées, m'a obligé à représenter ces deux dé-

---

(1) Bulletin de la Société géologique, 2e série, t. VI, page 328.

pôts par une seule et même teinte; et je ferai remarquer, au surplus, qu'ils ont absolument la même utilité d'application. Ils fournissent exclusivement l'un ou l'autre la matière première des nombreuses tuileries qui existent dans la partie orientale du département.

J'ai dit que l'argile jaune des vallées renferme des débris des différentes roches propres à ces vallées. C'est ainsi qu'en quelques points du département on y exploite, sous le nom de *grève*, des cailloux de quartz, de granite et d'autres roches dures. C'est ainsi qu'ailleurs, sur la Seille, au point où cette rivière entre dans le terrain liasique, l'argile jaune recouvre des dépôts meubles qui sont aussi exploités pour sable. C'est un gravier fort grossier, que l'on passe à la claie, sur place, pour séparer les gros morceaux, généralement anguleux, qui consistent en dolomie keupérienne, grès infraliasique, calcaire à gryphées arquées, calcaire ocreux, œlites, calcaire oolitique, grosses bélemnites et gryphées arquées. Les parties ténues de ces mêmes roches, plus ou moins mêlées de grains de quartz hyalin et de minerai de fer, constituent le sable. Quelquefois ces fragments sont agglutinés et forment des brèches fort résistantes.

C'est dans un diluvium analogue à celui-là qu'on a trouvé, près de Nomeny, des dents et des ossements d'éléphants. De pareils ossements ont d'ailleurs été trouvés aussi sur les plateaux, près de Nancy, et par exemple *à la côte de Toul*, où ils remplissent les fentes du calcaire oolitique. M. Husson (1) indique qu'une partie de mâchoire de l'*ur-*

---

(1) Esquisse géognostique de l'arrond^t de Toul, page 79.

sus spelæus a été trouvée, avec de nombreuses dents éparses, dans les *trous de Sainte-Reine*, près Toul, qui constituent une véritable caverne.

Un autre phénomène qui s'est passé postérieurement au creusement des vallées, c'est celui de la formation de la *grouine*, sorte de gravier à éléments calcaires, qui se trouve déposé sur le flanc ou au pied des coteaux oolitiques, tant de l'étage inférieur que de l'étage moyen. Quelquefois ces éléments ont été agglutinés après coup par des dépôts d'eaux calcaires, qui les ont ainsi transformés en véritables brèches.

L'origine de cette grouine ne saurait être révoquée en doute; ces dépôts proviennent de la démolition et de la trituration des bancs calcaires des côtes, qui ont entraîné avec eux l'argile jaune qui la recouvrait, et c'est pour cela qu'on y trouve des cailloux de quartz comme dans cette dernière. On y a rencontré aussi des dents fossiles d'éléphants.

L'explication que j'indique se laisse, pour ainsi dire, toucher du doigt dans une carrière située près de Malzéville, et qui montre, dans une de ses parties, des détritus calcaires réduits tout à fait à l'état de sable, pendant qu'on voit, tout à côté, des bancs parfaitement verticaux d'un calcaire madréporique, abondant en peignes, dont on indiquerait l'identique au sommet de la côte.

Quelquefois même il est arrivé que ces bancs en glissant se sont rassis dans une position presque horizontale, et on en voit aujourd'hui donner lieu, dans cette situation anormale, à des exploitations de moellons. De là des illusions qui ont fait croire que le calcaire oolitique descend dans les côtes à un niveau bien inférieur à celui qu'il occupe réel-

lement ; de là tant de déceptions causées par la rencontre de *faux affleurements* de la couche de minerai de fer oolitique, lorsqu'il y a quelques années on s'occupait avec ardeur, dans la vallée de la Moselle, de la recherche de cette couche.

Terrains modernes.

Les roches de formation contemporaine sont de deux sortes, la tourbe et le tuf ou travertin.

Tourbe.

La *tourbe* se trouve sur un assez grand nombre de points du département, mais nulle part elle n'est l'objet d'une exploitation importante. Souvent la tourbe se trouve recouverte par un dépôt de gravier calcaire, tout analogue à de la grouine ; et l'on conçoit bien, en effet, que la grouine, en raison même de son mode de formation, puisse se produire de nos jours.

Tuf ou travertin.

Les dépôts que l'on nomme *tuf* ou *travertin* sont produits, comme on le sait, par des sources chargées de carbonate de chaux ; ils ont pour caractère de présenter une structure concrétionnée et de renfermer des coquilles et des impressions de plantes contemporaines. Jusqu'ici j'ai observé du tuf dans cinq communes différentes : 1° à Vuisse ; 2° à Bioncourt ; 3° à Morville-sur-Seille, où il constitue, sur le bord gauche de la rivière, un gros bloc isolé dit *la roche de Morville* ; 4° à la ferme de la Borde (commune de Lénoncourt) où il est pulvérulent, et en raison de cela exploité comme amendement. Dans ces quatre localités-là les sources génératrices provenaient probablement du calcaire à gryphées arquées. 5° A la fontaine de la Flie (commune de Liverdun) qui produit des incrustations incessantes. 6° A Athienville ; les fragments de tuf de cette localité ont été recueillis par moi dans un verger attenant à un puits naturel qui s'est subitement manifesté là en 1842,

RECHERCHES

Sur la présence de l'arsenic et de l'antimoine dans les combustibles minéraux, dans diverses roches et dans l'eau de la mer;

Par M. A. DAUBRÉE, ingénieur des mines.

Certaines substances, lors même qu'elles ne se trouvent qu'en faible quantité dans les roches, sont intéressantes à connaître, non-seulement du point de vue théorique de la distribution des corps simples dans l'écorce terrestre, mais aussi à cause du rôle que ces corps peuvent avoir vis-à-vis des êtres organisés : par exemple, les traces de potasse et d'acide phosphorique qui se trouvent dans les roches suffisent à alimenter tout le règne végétal, et par suite tous les animaux. Aussi je pense que la découverte dans les roches, et en particulier dans les combustibles minéraux, d'un toxique aussi actif que l'arsenic, mérite quelque attention.

Fer arsenical disséminé dans le calcaire houiller de Villé.

Le petit terrain houiller de Villé (Bas-Rhin) (1) se compose sur une épaisseur d'environ 100 mètres de grès, de poudingues et de schistes : à ces roches est subordonnée une couche de houille très-impure. Vers la partie supérieure du terrain, à

(1) Voir, pour plus de détails, l'Explication de la carte géologique de France de MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, t. I, p. 602 et suivantes.

12 mètres au-dessus de la houille, est une couche de calcaire gris très-compact, souvent entremêlé de rognons de silex noir, que l'on exploite comme pierre à chaux moyennement hydraulique. Ce calcaire passe en quelques points à une dolomie cristalline.

Aucun débris animal n'ayant jusqu'à présent été rencontré dans ce calcaire, je recherchais minutieusement dans les carrières si on ne pouvait y trouver le moindre indice de fossiles, lorsque je remarquai que la roche est parsemée sur quelques points de petits grains à éclat métallique, d'un blanc d'argent, que j'ai reconnus être du fer arsenical; plus tard j'ai trouvé dans la même roche des cristaux de fer arsenical dont le diamètre atteint un millimètre.

C'est là un gisement nouveau pour le fer arsenical qui, je crois, n'a pas été signalé dans une position semblable.

Puisque ce calcaire à grains très-fins, qui paraît s'être formé avec lenteur et dans une nappe d'eau tranquille n'ayant que quelques kilomètres de diamètre, n'a pas conservé le moindre vestige organique, on peut croire que le lac où s'opérait le dépôt n'était pas peuplé d'animaux : peut-être l'absence de la vie animale était-elle causée par la présence des combinaisons de l'arsenic qui donnaient naissance au fer arsenical, en même temps que le calcaire se précipitait.

Examen de la houille de Villé.

En voyant une quantité aussi notable d'arsenic dans le calcaire, il était naturel de rechercher si la couche de houille qui se trouve à 12 mètres plus bas n'est pas aussi arsenifère. Pour cette recherche et pour les suivantes, j'ai été heureux de

trouver l'aide aussi habile qu'obligeante de M. le docteur Roucher.

La houille dont il s'agit forme une couche d'un mètre d'épaisseur; elle est très-mélangée de schiste qui y est en petites zones très-minces parallèles à la stratification. La partie de la couche la moins impure laisse 50 à 60 p. 100 de cendres. une partie de la couche de houille est traversée par de petites veinules de chaux carbonatée blanche.

Attaque au nitre.

50 grammes de houille ont été traités par 300 grammes de nitre; la combustion s'est faite presque instantanément. On a repris par l'eau, puis par l'acide sulfurique pur; on a séparé par cristallisation beaucoup de sulfate de potasse, la liqueur a été concentrée de manière à n'occuper qu'un volume d'environ 200 centimètres cubes. Il a suffi de verser quelques gouttes de ce liquide dans l'appareil de Marsh, pour obtenir sur la porcelaine des taches noirâtres miroitantes, volatiles et attaquables par l'hypochlorite de soude; ces taches, par conséquent, ne pouvaient être que de l'arsenic.

Attaque par l'acide azotique.

Après quelques essais, l'emploi de l'acide azotique a été reconnu être plus commode et plus rapide que celui du nitre; l'attaque de la houille de Villé a été recommencée par le procédé suivant, qui a servi aussi à l'examen de tous les autres combustibles minéraux dont il sera question plus loin.

La houille porphyrisée en poudre fine est traitée dans un ballon par quatre à cinq fois son poids d'acide azotique à 4 équivalents d'eau : on ajoute cet acide graduellement, et on fait bouillir. Quand le dégagement de vapeurs rutilantes et le bour-

fure d'arsenic, c'est-à-dire que ce lignite renferme 0,00209 de son poids d'arsenic. C'est une proportion douze fois plus forte que celle renfermée dans la houille de Villé n° 1. Aucun des combustibles que j'ai examinés jusqu'à présent n'est aussi riche en arsenic.

Richesse du lignite bacillaire en arsenic.

Une partie du lignite de Lobsann est remarquable par la structure bacillaire qu'il présente (1); ce lignite bacillaire résulte sans doute de la décomposition de troncs de palmiers; c'est à proximité de ce lignite que l'on trouve beaucoup de grains de succin.

Cette seconde variété bien définie de lignite a fourni, pour 20 grammes, $0^{g},026$ de sulfure jaune d'arsenic, et par conséquent contient les 0,000793 de son poids d'arsenic.

Arsenic dans le lignite de Bouxwiller.

Le lignite de Bouxwiller est subordonné à un terrain tertiaire palustre, riche en lymnées et en planorbes; il y forme une couche dont l'épaisseur varie de $1^{m},50$ à 2 mètres; il est assez pyriteux dans une partie de son épaisseur pour servir de minerai de sulfate de fer et d'alun; il laisse moyennement 44 p. 100 de cendres.

50 grammes de lignite peu pyriteux ont donné $0^{g},003$ de sulfure d'arsenic, ce lignite contient donc les 0,000037 de son poids d'arsenic.

Minerai de fer très-arsenical subordonné au terrain de Lobsann.

Ainsi le lignite de Bouxwiller, quoique renfermant une quantité appréciable d'arsenic, en contient cinquante-sept fois moins que le lignite de Lobsann. La grande richesse de celui-ci paraît coïncider avec cette circonstance que le terrain tertiaire auquel ce lignite est subordonné renferme aussi des gîtes de fer hydroxydé, dont

(1) Mémoire cité plus haut, p. 303.

l'un, celui de Kuhbrücke, contient tant d'arsenic qu'il en est inexploitable (1).

Arsenic dans la houille de Sarrebruck.

La houille de Sarrebruck soumise aux mêmes essais que la houille de Villé a fourni aussi de l'arsenic, mais en quantité moindre que cette dernière. 40 grammes de houille de Sarrebruck ont été trouvés contenir $0^{g},002$ de sulfure jaune d'arsenic, ce qui correspond à 0,00122 d'arsenic, c'est-à-dire aux 0,00003 du poids de la substance.

Antimoine dans la houille de Newcastle.

Enfin on a choisi une houille de Newcastle, de cassure très-brillante, d'une faible densité, qui peut compter parmi les variétés de houille les plus pures que l'on connaisse. On a opéré sur 100 grammes de cette houille. L'attaque par l'acide nitrique a été beaucoup plus longue que pour les autres combustibles; cependant quand la dissolution sulfurique a été versée dans l'appareil de Marsh, elle était d'un jaune verdâtre pur et ne renfermant plus de traces de matières organiques.

Il s'est formé dans le tube de nitrate d'argent un dépôt notable d'argent métallique. La liqueur préalablement traitée par le chlorure de sodium a précipité par l'hydrogène sulfuré. Ce dépôt a été traité par l'ammoniaque, qui n'a pas dissous de sulfure d'arsenic en quantité appréciable; mais le résidu a noirci au bout de quarante-huit heures, comme il arrive au sulfure d'antimoine hydraté: traité par l'acide chlorhydrique, il dégage à froid de l'hydrogène sulfuré. Le poids du sulfure d'an-

(1) Notice sur une zone d'amas ferrugineux placés le long des failles dans le Bas-Rhin. Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. III, p. 169.

timoine ainsi obtenu est d'un milligramme et demi.

Je n'ai pu opérer sur une plus forte quantité de houille de Newcastle, comme il aurait convenu de le faire pour un combustible qui renferme aussi peu de cendres ; cet essai n'est donc pas concluant en ce qui concerne l'absence de l'arsenic. Il paraît au contraire très-probable que l'antimoine, qui se trouve en quantité très-notable dans cette houille d'apparence si pure, est accompagné au moins de traces d'arsenic que l'on reconnaîtrait en opérant sur quelques centaines de grammes.

En résumé, les quantités d'arsenic trouvées dans les combustibles minéraux par les recherches dont il vient d'être question sont les suivantes :

	Par unité de poids.	Par kilogr.	Par mètre cube.
		gr.	kilogr.
Houille de Villé (variété n° 1).	0,000169	0,169	0,2704
Houille de Villé (variété n° 2).	0,000415	0,415	0,6640
Houille de Sarrebruck.	0,000030	0,03	0,0450
Houille de Newcastle.	traces	»	»
Lignite de Lobsann (ordinaire).	0,002090	2,09	2,926
Lignite de Lobsann (bacillaire).	0,000793	0,793	1,1102
Lignite de Bouxwiller.	0,000035	0,035	0,0535

Il y a en outre de l'antimoine dans tous ces combustibles ; la proportion de ce dernier métal s'élève à 0,00001 dans la houille de Newcastle.

Déjà M. Bussy avait indiqué parmi les produits qui se subliment dans la houillère incendiée de Commentry, du sulfure d'arsenic (1). Il résulte

(1) Annales des mines, [illegible] série, t. XVII, p. [illegible], et Journal de pharmacie, t. XXV, p. 7[illegible].

des recherches précédentes que l'arsenic, loin d'être une rareté dans la houille et dans les lignites, s'y trouve habituellement et y est même souvent en forte proportion. L'antimoine paraît être habituel aussi dans les combustibles minéraux.

État de combinaison de l'arsenic dans les houillères.

Afin de voir si l'arsenic se trouve seulement à l'état de sulfure dans les combustibles, j'ai traité la houille calcarifère de Villé par l'acide chlorhydrique, qui n'attaque ni la pyrite de fer, ni le fer arsenical, ni les sulfures d'arsenic : la dissolution obtenue a donné par l'hydrogène sulfuré un précipité en partie soluble dans l'ammoniaque ; cette partie soluble colore l'ammoniaque en jaune et a tous les caractères du sulfure jaune d'arsenic. J'ai trouvé ainsi dans cette houille $0^{g},001$ de sulfure d'arsenic sur 14 grammes, ce qui correspond aux 0,00042 de son poids d'arsenic; ainsi une partie de l'arsenic est à un état de combinaison soluble dans l'acide chlorhydrique.

D'après ce qui précède, l'arsenic renfermé dans les combustibles minéraux n'y est pas seulement mélangé à la pyrite de fer ou à l'état de fer arsenical; une partie, qui est en combinaison soluble dans l'acide chlorhydrique, y est probablement à l'état d'arséniate.

Quantité d'arsenic renfermé dans le bassin houiller de Villé.

La quantité moyenne d'arsenic renfermé dans la houille de Villé doit être évaluée au moins à la demi-somme des teneurs trouvées plus haut pour les deux variétés principales, c'est-à-dire aux 0,00292 de son poids, ou à $0^{g},292$ d'arsenic par kilogramme. Le mètre cube, qui pèse environ 1 600 kilogrammes, contient donc $467^{g},2$ d'arsenic, ou, en nombres ronds, 1,4 kilogramme dans 3 mètres cubes.

La couche de houille dont il s'agit affleure avec des caractères identiques, non-seulement à Villé, mais dans le vallon d'Erlenbach, à 2 kilomètres au Nord-Est de la première localité; elle se montre encore à Friensbach, à 1.500 mètres des trois premiers points. L'étendue occupée par cette couche est de 2.040.000 mètres carrés, ou d'environ 2 kilomètres carrés. En comptant son épaisseur à 1 mètre, cela ferait 9.526 quintaux métriques pour la quantité d'arsenic renfermée dans la seule couche de Villé.

Il s'agit ici d'une simple couche de 1 mètre d'épaisseur; le même terrain renferme en outre de l'arsenic en proportion non moins considérable, par exemple dans le calcaire qui a été signalé d'abord.

Quantité d'arsenic renfermé dans la couche de Lobsann.

Quant à la couche de lignite de Lobsann, qui a déjà été exploitée sur plus de 40.000 mètres carrés, elle a une étendue au moins égale à 80.000 mètres carrés, en comprenant la partie extraite et la partie qui reste à prendre. Sur toute cette étendue, l'épaisseur du lignite peut être admise comme au moins égale à $0^m,60$, si on ajoute à l'épaisseur de la couche exploitée les nombreuses veines parallèles subordonnées au calcaire qui sont trop minces pour être exploitables. La couche reconnue représente donc un volume de 48.000 mètres cubes. Pour rester au-dessous de la réalité, nous supposerons une richesse en arsenic moyenne entre celle du lignite ordinaire et celle du lignite bacillaire, qui est plus pur; cette richesse moyenne est de $1^g,942$ par kilogramme, ou de $2^k,718$ par mètre cube, ce qui représente 1.304 quintaux métriques pour la couche entière.

En trouvant une quantité aussi considérable d'arsenic dans certaines couches sédimentaires, il était naturel de se demander d'où provient cet arsenic; il y avait lieu pour cela de le rechercher dans les deux sources principales dont dérivent les principaux matériaux des terrains stratifiés, c'est-à-dire d'une part dans les roches éruptives, d'autre part dans les eaux de l'Océan.

Recherche de l'arsenic dans les roches éruptives et dans l'eau de mer.

J'ai choisi comme exemple le basalte de Burckheim au Kaiserstuhl. Ce basalte se compose d'un mélange de petits cristaux de pyroxène augite et de feldspath vitreux; en outre, il contient environ 16 à 20 p. 100 de fer titané attirable au barreau aimanté, et attaquable par les acides, et environ 25 p. 100 d'une substance zéolitique attaquable par l'acide chlorhydrique avec formation de gelée.

Examen du basalte du Kaiserstuhl.

100 grammes de cette roche ont été traités par l'acide chlorhydrique concentré. Il y a eu, d'abord à froid, puis à la température de l'ébullition, une effervescence à peine sensible. Le papier imprégné d'acétate de plomb que l'on avait introduit dans le col du ballon ne s'est pas noirci, ainsi il n'y avait pas d'indice d'hydrogène sulfuré. L'attaque a été renouvelée deux fois; les liqueurs provenant de ces attaques ont été décantées dans une capsule et évaporées à siccité avec addition d'un excès d'acide azotique, afin d'empêcher l'arsenic qui pouvait s'y trouver de se volatiliser à l'état de chlorure; puis vers la fin de l'opération on a ajouté de l'acide sulfurique pur pour chasser l'acide nitrique et pouvoir passer le tout dans l'appareil de Marsh. Il s'est séparé de la liqueur beaucoup de silice gélatineuse mélangée d'acide titanique; la liqueur filtrée et concentrée a abandonné par refroidissement une quantité assez considérable

de sulfate d'alumine reconnaissable à son éclat nacré.

La moitié de la liqueur a été essayée dans l'appareil de Marsh pour taches; il s'est produit sur une soucoupe de porcelaine des taches brunes miroitantes, en partie attaquables par l'hypochlorite de soude. Le tube effilé chauffé dans le milieu par la lampe à alcool s'est intérieurement recouvert, dans la flamme même, d'un anneau noir, et en outre, au delà de la flamme, il s'est formé un second anneau noir et miroitant et très-facilement volatil. Ainsi le basalte renferme en même temps de l'arsenic et de l'antimoine.

L'autre moitié de la liqueur a servi au dosage de ces deux corps; elle a donné dans le tube de nitrate d'argent une quantité considérable d'argent métallique. On y a trouvé $0^g,001$ d'arsenic et $0^g,003$ d'antimoine. Ce basalte renferme donc 0,00001 de son poids d'arsenic et 0,00003 d'antimoine, ou $0^g,01$ par kilogramme de la première substance et $0^g,03$ de la seconde; ou enfin, par mètre cube pesant à peu près 3.000 kilogrammes, 30 grammes d'arsenic et 90 grammes d'antimoine.

Arsenic rencontré dans les laves de quelques localités.

Il est à observer que l'arsenic a déjà été rencontré à l'état de sulfure dans les fissures de laves à l'Etna, au Vésuve et aux solfatares de Pouzzoles et de la Guadeloupe; mais jusqu'à présent ce corps paraissait être accidentel dans les roches volcaniques.

Association de l'antimoine à l'arsenic.

Puisque l'antimoine accompagne l'arsenic dans les roches éruptives, on comprend pourquoi ces deux corps sont aussi associés l'un à l'autre dans les minéraux des filons, qui paraissent être comme un extrait de grandes masses minérales.

Si l'arsenic existe dans l'eau de l'Océan, il est facile de prévoir qu'il doit se concentrer dans les sels insolubles ou peu solubles que l'eau abandonne par l'évaporation. Aussi pour simplifier la recherche ai-je employé des incrustations formées dans les chaudières du paquebot espagnol *l'Heredia*, qui navigue entre le Havre et Malaga, et qui s'alimente avec de l'eau de mer; elles m'ont été communiquées par l'obligeance de M. d'Aubigny, régisseur de la manufacture nationale de tabacs du Havre. Recherche de l'arsenic dans l'eau de l'Océan.

Ces incrustations sont formées de sels variés, de sulfate de chaux, de carbonate de chaux, de chlorures, etc. J'en ai pris un kilogramme que j'ai traité par l'acide sulfurique concentré et pur, dans une grande cornue à laquelle était adapté un récipient contenant un peu d'eau; à ce récipient était fixé un tube qui plongeait lui-même dans l'eau. Le but de ce récipient était de recueillir, s'il y avait lieu, l'arsenic qui pouvait se volatiliser à l'état de chlorure.

Aussitôt l'attaque, on voit se dégager des vapeurs qui déposent de la silice sur le col de la cornue et dans le récipient, tout en attaquant le verre. Ces vapeurs sont dues à l'émanation du fluorure de silicium qui se décompose, de sorte que l'on reconnaît ainsi avec évidence la présence du fluor dans les eaux de la mer, ainsi que M. Wilson l'a annoncé en 1849, en même temps que la présence de la silice.

Après que le dépôt marin a eu subi l'action de l'acide sulfurique chaud ou bouillant pendant environ vingt-quatre heures, on a mis de côté les substances condensées dans le récipient; on a lavé à l'eau distillée les substances renfermées dans

l'intérieur de la cornue, et on a séparé par filtration la partie très-soluble du sulfate de chaux. L'acide arsénique et l'arséniate de potasse étant très-solubles dans l'eau, il était facile de se débarrasser de la plus grande quantité d'acide sulfurique en excès, en ajoutant de la potasse et faisant cristalliser le bisulfate de potasse; on s'est servi pour cela de potasse dans laquelle un essai à l'appareil de Marsh avait fait reconnaître l'absence de toute trace d'arsenic. La liqueur était maintenue faiblement acide, afin d'empêcher l'acide arsénique qui pouvait s'y trouver de s'en précipiter à l'état d'arséniate de chaux ou de fer. Cependant à chaque cristallisation il se faisait un léger dépôt de sous-sulfate insoluble que l'on mettait à part pour le faire digérer de nouveau dans l'acide sulfurique, pour y dissoudre l'acide arsénique s'il s'en trouvait. Les cristaux recueillis une première fois étaient redissous pour en séparer l'eau mère qu'ils pouvaient retenir. Toutes les eaux mères non cristallisables furent réunies, puis fortement rapprochées, et après y avoir réuni le liquide recueilli dans le récipient lors de l'attaque, on a jeté le tout dans l'appareil de Marsh. L'arsenic a été alors reconnu d'une manière incontestable; le poids de ce corps s'élève à 9 milligrammes, c'est-à-dire à peu près aux 0,000001 du poids des dépôts calcarifères qui ont été essayés.

Dissémination de l'arsenic dans l'écorce terrestre.

Les recherches dont les résultats viennent d'être exposés suffisent pour apprendre que l'arsenic est très-répandu, non-seulement dans des minéraux métalliques variés, comme on le sait depuis longtemps, mais aussi dans diverses roches où il y est habituellement accompagné d'antimoine; par conséquent la liste, établie par M. Élie de Beau-

mont, des métaux disséminés dans les roches volcaniques anciennes (1) doit comprendre l'arsenic et en outre l'antimoine. Cette dissémination rend compte de la présence de l'arsenic dans les dépôts ferrugineux de nombreuses sources minérales où M. le professeur Walchner l'a le premier signalée. Le phosphore, que les végétaux vont chercher dans la terre végétale pour le faire passer dans le corps des animaux, n'est peut-être pas renfermé dans les roches dont il provient originairement en quantité beaucoup plus notable que l'arsenic, car ce n'est que dans ces derniers temps que l'on a pu constater la présence de phosphates dans beaucoup de roches et de minéraux (2), quoique la présence des phosphates dans les végétaux démontrât *à priori* que le phosphore doit se trouver très-répandu dans les matériaux de la croûte terrestre. Si des recherches ultérieures ne constatent pas la présence de l'arsenic dans les végétaux, il faudra reconnaître que la plante, en se nourrissant et en s'assimilant le phosphore, élimine l'arsenic, qui est ainsi relégué par l'action vitale dans le règne inorganique.

---

(1) Note sur les émanations volcaniques et métallifères. Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. IV, p. 1249.

(2) Voir les Recherches de MM. Fownes et Sullivan, Kersten, Elsner, Swanberg, Struve et Rammelsberg. — Rammelsberg: Handwörterbuch der chemischen Mineralogie, 3e Supplément, p. 10, et 4e Supplément, p. 47.

EXPÉRIENCES

Sur la production artificielle de l'apatite, de la topaze et de quelques autres minéraux fluorifères;

Par M. DAUBRÉE, ingénieur des mines.

Introduction.

Dans un travail précédent (1), dont l'Académie des sciences a bien voulu voter l'insertion dans le *Recueil des mémoires des savants étrangers*, j'ai montré comment on peut obtenir en cristaux l'oxyde d'étain, l'oxyde de titane et même l'acide silicique, en décomposant par la vapeur d'eau les chlorures correspondant à ces composés oxydés. Le procédé qui permet d'imiter ainsi artificiellement les minéraux qui viennent d'être cités n'est que la stricte réalisation d'une théorie sur la formation des amas de minerais d'étain à laquelle j'ai été conduit par l'étude géologique de ces dépôts (2). Ainsi la théorie qui fait dériver certains gîtes stannifères et titanifères de la décomposition de chlorures et de fluorures d'étain et de titane, se trouve confirmée d'une manière très-satisfaisante par l'expérience.

L'apatite, fort rare dans les filons de plomb, de cuivre, d'argent, d'or, de cobalt et de la plupart des métaux, est au contraire très-habituelle dans les gîtes de minerai d'étain, ainsi qu'on peut

(1) Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 129.
(2) *Ibid.*, 3e série, t. XX, p. 65.

l'observer dans l'Erzgebirge, à Geyer, à Ehrenfriedersdorf, à Zinnwald, à Schlackenwald et Schœnfeld, ainsi qu'en Cornouailles (par exemple au mont Saint-Michel), à Bottalack et à Sainte-Agnès. Guidé par la généralité du fait, j'ajoutais dans mon premier mémoire que l'apatite doit probablement aussi son origine à l'arrivée du fluorure ou du chlorure de phosphore.

Il était d'autant plus intéressant pour la théorie des gîtes métallifères de vérifier expérimentalement cette seconde assertion, qui était uniquement fondée sur l'étude des gisements, que l'apatite est un composé complexe qui n'a pu être encore obtenu dans les laboratoires, même à l'état amorphe. Or, cette fois encore, si on réalise par l'expérience les conditions que la seule étude géologique a suggérées, on obtient avec la plus grande facilité de l'apatite artificielle. Principe de l'expérience.

Il suffit pour cela de faire passer sur de la chaux caustique, soumise à la chaleur du rouge sombre dans un tube de porcelaine, un courant de vapeur de perchlorure de phosphore. Ce dernier corps est complétement absorbé par la chaux qui le décompose avec rapidité, ainsi que nous allons l'indiquer avec quelques détails.

Je ne puis m'empêcher de témoigner ici tous mes remerciements à M. le docteur Roucher pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu m'aider dans l'exécution des expériences dont il s'agit dans ce mémoire.

Dans une première expérience, de la chaux caustique pure fut placée dans des nacelles de porcelaine, que l'on introduisit dans un tube de porcelaine, après avoir pesé exactement le contenu de chacune d'elles, qui était de 12 grammes. A Manière d'opérer.

l'une des extrémités du tube était adaptée une cornüe remplie de chlorure de phosphore; l'autre extrémité était munie d'un tube effilé. Après avoir chauffé le tube au rouge sombre, on fit passer la vapeur de perchlorure de phosphore.

Décomposition du chlorure de phosphore avec une vive incandescence.

Le chlorure de phosphore fut immédiatement absorbé en totalité, car il n'en parvenait aucune trace à l'autre extrémité du tube. Au bout de quelques minutes d'absorption, l'intérieur du tube qui était sombre s'illumina tout à coup de l'incandescence la plus vive, ce qui montrait que la chaleur produite par la réaction était très-élevée. Cette incandescence éblouissante se manifesta successivement dans la première nacelle, c'est-à-dire dans celle qui était la plus rapprochée du chlorure de phosphore, puis dans la seconde, et enfin dans la troisième; au moment même où l'incandescence de cette dernière cessa, un épais courant de perchlorure de phosphore s'écoula par l'autre extrémité du tube, ce qui annonçait que la décomposition ne se faisait plus; l'expérience fut donc arrêtée. Chaque nacelle avait absorbé des poids variables de 41 à 48 p. 100 de son poids de chlorure de phosphore.

Le contenu de l'intérieur des nacelles était parfaitement fondu, mais non homogène; traité par l'eau, il abandonnait non-seulement du chlorure calcique, mais de la chaux libre qui se faisait immédiatement reconnaître à sa réaction fortement alcaline. D'après la présence de la chaux libre, il était probable que l'attaque n'avait pas été complète, et que l'absorption n'avait cessé que parce que le contenu de chaque nacelle s'était fondu à la suite de la haute température développée pendant la première partie de la réaction.

On réduisit donc en poussière le résidu de cette première attaque, et on le plaça de nouveau dans des nacelles qui furent introduites dans le tube de porcelaine. Comme la substance avait absorbé de l'eau pendant la pulvérisation, ce qui tenait principalement à la présence du chlorure de calcium, on la chauffa avec précaution au rouge naissant dans le tube de porcelaine lui-même, en évitant de la faire fondre, et on pesa chaque nacelle encore, afin de pouvoir constater ultérieurement l'absorption du chlorure de phosphore. Effectivement il y eut encore absorption. La substance qui dans la première expérience avait fixé 60,4 p. 100 de chlorure de phosphore, absorba encore 21,2 p. 100 de son poids dans la seconde expérience. La chaux avait donc absorbé en totalité 94,33 p. 100 de son poids de chlorure de phosphore. **Attaque du résidu de la première opération.**

Cette fois l'eau de lavage du résidu de l'attaque n'avait plus de réaction alcaline; cette eau ne renfermait en dissolution que du chlorure de calcium.

Quant au résidu insoluble, il fut lavé avec le plus grand soin à l'eau bouillante, afin d'en séparer tout le chlorure calcique. Ce résidu consistait principalement en phosphate de chaux; mais il renfermait du chlore.

Afin d'être certain que du chlore ne pouvait pas se trouver dans le résidu de l'attaque à l'état d'oxychlorure insoluble, on lava aussi la substance avec l'acide acétique concentré et bouillant (l'acide cristallisé étendu d'environ son poids d'eau) qui ne dissout pas l'apatite naturelle. Le résidu du traitement, dissous dans l'acide nitrique pur, manifestait encore par le nitrate d'argent la présence d'une forte proportion de chlore; le chlore qui ne pouvait se trouver dans la substance à l'état de **Lavage du produit de l'attaque, par l'acide acétique.**

chlorure de calcium libre, ni à l'état d'oxychlorure, y était donc combiné à l'état de chlorophosphate, de même que dans l'apatite naturelle.

Analyse du produit.

Après ces essais qualificatifs qui démontraient qu'il y avait eu formation d'un composé au moins analogue à l'apatite, la substance insoluble dans l'eau et dans l'acide acétique bouillant fut analysée quantitativement suivant le procédé indiqué par M. Rammelsberg (1). Une portion de la substance fut dissoute dans l'acide chlorhydrique, puis on y ajouta de l'acide sulfurique avec environ quatre fois son volume d'alcool fort; après une digestion de douze heures, on sépara par filtration le sulfate de chaux qu'on lava à l'alcool: du poids de ce sulfate de chaux calciné, on déduisit la chaux. La dissolution filtrée fut évaporée à siccité, et fortement chauffée mais non rougie, de manière à la débarrasser des substances autres que l'acide phosphorique, sans perdre de ce dernier corps. A l'acide phosphorique, qui fut introduit dans un petit creuset pesé à l'avance, on ajouta un poids connu de protoxyde de plomb fraîchement préparé; l'augmentation de poids après calcination au rouge donna l'acide phosphorique. Le chlore fut dosé dans une autre portion de la substance. Les résultats de cette double analyse sont, déduction faite d'un résidu de 2,8 p. 100 de silice qui dérivaient sans doute de l'attaque de la nacelle:

Chaux.	53,49
Acide phosphorique. .	40,32
Chlore.	7,11
	100,92

(1) Rammelsberg. Anfangsgründe der quantitativen Chemie, p. 168.

Ce qui correspond exactement à la formule



$$CaCl + 3CaO^{2} Ph O^{5}$$

qui est celle de l'apatite.

L'absorption en chlorure de phosphore correspond d'ailleurs exactement à celle qu'indique le calcul.

Manière d'obtenir une attaque plus complète en une seule opération.

L'expérience qui vient d'être exposée fut recommencée en prenant la précaution d'abord de n'opérer que sur une moindre quantité de chaux, seulement 5 grammes ; puis de faire passer la vapeur de perchlorure de phosphore avec beaucoup de lenteur, de manière à éviter l'incandescence à la suite de laquelle la fusion ralentit considérablement l'absorption, si elle ne l'arrête pas tout à fait. Cette fois on obtint une absorption de 64 p. 100, c'est-à-dire que la décomposition était plus avancée que dans la première opération, mais elle n'était pas encore complète.

Manière plus rapide de préparer l'apatite artificielle.

Quoi qu'il en soit, si l'on veut se borner à préparer de l'apatite artificielle, il est inutile de pulvériser la substance et de l'attaquer de nouveau. Il suffit de laver le produit du premier traitement par l'eau et par l'acide acétique bouillant. Le résultat est de l'apatite.

L'apatite se forme aussi en présence de l'eau au rouge naissant.

Si au lieu d'opérer sur de la chaux caustique, on emploie de la chaux éteinte sur laquelle on fasse passer le chlorure de phosphore à une température un peu inférieure au rouge sombre, lorsqu'elle renferme encore de l'eau, on obtient aussi de l'apatite.

La chaux carbonatée donne lieu aussi à la formation de l'apatite.

Enfin la craie ou chaux carbonatée naturelle chauffée dans les mêmes conditions a donné également de l'apatite, comme on devait le supposer.

Forme cristalline de l'apatite artificielle.

L'apatite artificielle bien lavée a un aspect grenu et cristallin ; effectivement, si on l'examine au microscope, on reconnaît que la substance est cristallisée ; sa forme est celle d'un prisme droit hexagonal terminé par ses deux bases, sans aucune modification; tantôt ce prisme est très-allongé, tantôt il est très-court. Ainsi la forme cristalline de l'apatite artificielle est la même que celle de l'apatite naturelle.

Sa densité.

La densité de l'apatite artificielle a été trouvée de 2,98; cette densité est par conséquent un peu plus faible que celle de l'apatite naturelle dont la valeur ne descend pas au-dessous de 3,16. La différence résulte sans doute de ce que cette dernière renferme toujours, au lieu de chlorure de calcium seul, comme l'apatite artificielle, du fluorure de calcium en proportion prédominante. Or ce dernier a une densité de 3,14, tandis que celle du chlorure de calcium n'est en moyenne que de 2,10.

Les cristaux sont trop petits pour qu'on ait pu essayer leur dureté.

L'apatite a cristallisé très-nettement quoique complétement infusible à la température à laquelle on chauffait le tube.

L'apatite artificielle, de même que l'apatite naturelle, n'est fusible au chalumeau qu'avec une grande difficulté, et elle est complétement infusible au rouge sombre, température à laquelle on chauffait le tube; mais la décomposition chimique a considérablement élevé la température de la masse. D'ailleurs il faut observer qu'un milieu aussi fusible que le chlorure calcique a dû faciliter la cristallisation, et enfin que toute substance à l'état naissant paraît avoir une tendance particulière à cristalliser.

Résumé des expériences sur la formation de l'apatite.

En résumé, si un courant de perchlorure de phosphore passe sur de la chaux ou du carbonate de chaux chauffé au rouge naissant, il se forme, à

la suite d'une réaction des plus énergiques, du chlorure de calcium et du phosphate de chaux tribasique. Une partie du chlorure de calcium reste libre; une autre partie se combine au phosphate de chaux et donne un chlorophosphate insoluble dans l'eau, qui a la composition et la forme cristalline de l'apatite naturelle.

L'apatite se forme aussi si l'on opère sur de la chaux hydratée, c'est-à-dire en présence de l'eau, à la chaleur rouge sombre.

Depuis le beau travail publié par M. G. Rose en 1827 (1), on sait que l'apatite renferme à la fois le fluor et le chlore qui s'y substituent l'un à l'autre à la manière des corps isomorphes. La difficulté d'obtenir du fluorure de phosphore m'a engagé à employer seulement le chlorure de ce corps. Les analogies entre les fluorures et les chlorures sont telles que les résultats obtenus sur les uns peuvent être étendus aux autres.

Procédé employé dans les expériences qui suivent.

Pour toutes les expériences dont il va être question, j'ai opéré, comme pour la formation de l'apatite; la substance à attaquer était placée dans une nacelle en porcelaine et introduite dans un tube de porcelaine ou de grès. A l'une des extrémités de ce tube était adaptée la cornue renfermant la substance dont on voulait faire passer la vapeur dans le tube. L'autre extrémité du tube communiquait avec un ballon tubulé destiné à condenser au besoin les produits volatils de la réaction. Le tube était placé dans un fourneau à réverbère, où il était chauffé dans la plupart des expériences jusqu'au rouge-blanc. Le courant destiné à réagir sur le corps fixe placé dans le tube du-

(1) Poggendorf. Annalen, t. IX, p. 185.

trait chaque fois au moins une heure et demie ou deux heures. Le produit de l'attaque était pesé encore chaud.

Magnésie et perchlorure de phosphore.

La magnésie traitée par le perchlorure de phosphore à la chaleur rouge a absorbé dans plusieurs expériences 120 à 136 p. 100 de son poids de chlorure de phosphore.

Le produit de l'attaque contient une partie soluble dans l'eau qui paraît n'être que du chlorure de magnésium. Quant au résidu insoluble dans l'eau bouillante, qui forme à peu près la moitié du produit total, il est en petits cristaux nacrés dont la forme peut être reconnue à l'aide d'une forte loupe; cette forme est celle de tables rhombes modifiées par des biseaux sur leurs angles obtus; l'angle aigu est d'environ 78°.

Ce produit cristallin se dissout avec lenteur dans l'acide nitrique concentré, en laissant un faible résidu de silice qui provient de l'attaque de la nacelle de porcelaine; celle-ci est en effet corrodée suivant des lignes très-sinueuses. L'ammoniaque forme dans la dissolution un dépôt grenu qui a tous les caractères du phosphate ammoniaco-magnésien; la dissolution ne précipite pas par le nitrate d'argent et par conséquent ne renferme pas de chlore. Ce précipité est donc un phosphate de magnésie cristallisé et anhydre; il n'est pas encore analysé.

Alumine et perchlorure de phosphore.

Quand on traite l'alumine par le chlorure de phosphore à la chaleur blanche, une partie du produit de la réaction se volatilise, de sorte qu'au lieu d'une absorption, on trouve après l'attaque une perte considérable.

Le résidu contient une partie soluble dans l'eau qui renferme du chlore et de l'alumine, et

communique à l'eau une réaction acide; quant à la partie insoluble dans l'eau bouillante, elle se dissout dans l'acide nitrique; la dissolution acide ne précipite pas par le nitrate d'argent, ainsi elle ne renferme pas de chlore. Le précipité blanc formé par l'ammoniaque dans cette dissolution, essayé au chalumeau avec l'acide borique et une tige de fer, donne lieu à la formation d'un globule magnétique et cassant qui est du phosphure de fer. Le résidu insoluble dans l'eau est donc du phosphate d'alumine.

Aluminate de soude et perchlorure de phosphore.

L'aluminate de soude formé d'un équivalent de chacun des deux éléments, soumis à l'action du chlorure de phosphore à la chaleur rouge, a absorbé 50 p. 100 de son poids. La partie du produit qui est insoluble dans l'eau ne renferme pas de chlore; il ne se forme donc pas dans ce cas de composé analogue à l'amblygonite.

En résumé, la magnésie, l'alumine et l'aluminate de soude traités comme la chaux ne donnent pas de chlorophosphate, c'est-à-dire de composé correspondant à l'apatite.

Décomposition de l'acide silicique par le chlorure de phosphore.

Dans les réactions qui viennent d'être signalées, il avait été remarqué que les nacelles et les parois des tubes étaient plus ou moins attaquées au rouge par l'action du chlorure de phosphore; en outre, on avait observé qu'il se dégage du tube placé à la suite de l'appareil un liquide jaune facilement condensable, qui est rapidement décomposé par l'eau avec dépôt de gelée siliceuse.

D'après cela il était très-probable que du chlorure de silicium s'était formé aux dépens du tube ou des nacelles de porcelaine. Afin de reconnaître plus sûrement cette réaction, on a placé dans un tube de porcelaine deux nacelles aussi en porce-

laine avec de l'acide silicique calciné; l'une de ces nacelles renfermait 6g,85 et l'autre 5g,95 de silice. Après avoir chauffé le tout au rouge blanc, on fit passer un courant de chlorure de phosphore pendant une heure et demie. Peu d'instants après que la vapeur de chlorure de phosphore était en contact avec la silice, on vit se condenser un liquide dont le volume augmenta rapidement.

Formation de chlorure de silicium.

Quand l'opération fut arrêtée, la nacelle placée en amont par rapport au courant avait perdu 32 p. 100 de son poids, tandis que la seconde nacelle placée à l'aval n'avait perdu que 4 p. 100. Il s'était condensé dans le ballon 21g,80 d'un liquide incolore contenant du chlorure de silicium et du chlorure de phosphore; ce liquide n'a pas encore été examiné.

La silice qui reste dans les nacelles n'est plus pure; traitée par l'eau bouillante, elle donne à celle-ci une réaction acide au papier de tournesol. Cette eau produit par le nitrate d'argent un précipité insoluble dans l'acide nitrique, ainsi elle renferme de l'acide hydrochlorique; évaporée, elle laisse un dépôt poisseux qui a tous les caractères de l'acide phosphorique, et en outre une quantité très-notable d'acide silicique. La partie insoluble forme plus des 0,7 de tout le résidu.

Cette réaction qui produit très-facilement, et dès le rouge sombre, du chlorure de silicium, n'est pas seulement intéressante du point de vue théorique; elle sera sans doute utilisée par les chimistes pour la préparation du chlorure de silicium.

Action du fluorure de silicium sur l'alumine.

D'après les considérations théoriques que j'ai exposées, dans le mémoire sur les amas stannifères cité plus haut, relativement à l'origine de la

topaze, j'ai été conduit à essayer de former ce minéral par un procédé analogue à celui qui avait fourni l'apatite.

De l'alumine bien pure et calcinée a été soumise, à une chaleur rouge-blanc, à l'action d'un courant de fluorure de silicium; après une attaque de deux heures, l'alumine a augmenté considérablement en poids en même temps que son volume s'est beaucoup réduit. Dans plusieurs opérations, on a obtenu des augmentations de poids de 46, 57 et 68,36 p. 100. L'alumine qui avait absorbé cette dernière proportion de fluorure de silicium a été chauffée de nouveau pendant deux heures, dans un courant de fluorure de silicium; la substance n'a plus augmenté que de 5,81 p. 100 de son poids primitif, on peut donc croire que la réaction était à peu près complète. L'augmentation totale de poids dans ces opérations est de 74,17 p. 100.

Le produit traité par l'eau bouillante ne lui abandonne que des traces d'une matière soluble qui paraît être de la silice.

Il s'est fixé dans l'alumine du fluor et du silicium à un état de combinaison inattaquable par l'acide sulfurique concentré et bouillant.

5 décigrammes de la substance ainsi obtenue par la réaction du fluorure de silicium sur l'alumine furent placés dans une capsule de porcelaine et arrosés d'acide sulfurique concentré en grand excès. Le tout fut recouvert d'un verre de montre et chauffé jusqu'à formation d'abondantes vapeurs d'acide sulfurique. Le verre de montre fut très-faiblement dépoli dès le commencement de l'opération; mais deux autres verres de montre placés après le premier n'ont pas subi la moindre trace d'altération. Ainsi il ne se dégage de la substance dont il s'agit, par l'action de l'acide sulfurique concentré et bouillant, que des traces fluor.

5 décigrammes de la même substance furent chauffés au rouge dans un creuset de platine, avec quatre fois leur poids de carbonate de potasse pur, puis après cette attaque, traités comme précédemment. Cette fois, il se dégagea des vapeurs qui attaquèrent fortement le verre. Il importe d'ajouter, comme différence importante avec le cas précédent, que ces vapeurs se sont dégagées surtout abondamment à mesure que la réaction était poussée davantage.

Le produit n'est autre que de la topaze artificielle.

D'après ces deux essais, il est incontestable que le produit examiné renferme du fluor, et de plus que ce fluor est engagé dans un état de combinaison que n'attaque pas l'acide sulfurique concentré et bouillant. Les indices de fluor qui ont été trouvés dans la première expérience paraissent être dus à des traces de fluorure (de silicium ou d'aluminium) interposé dans le produit principal. Ainsi le composé que l'on obtient par la réaction au rouge blanc du fluorure de silicium sur l'alumine est inattaquable par l'acide sulfurique concentré; par ce seul caractère, le composé dont il s'agit présente une grande ressemblance avec la topaze dont il contient les quatre éléments.

Pour analyser ce produit, on a fondu $0^{g},96$ de cette substance avec quatre fois son poids de carbonate de potasse pendant plus d'une heure; pour le reste de l'opération, on a suivi la méthode indiquée par M. Rammelsberg (1). On a obtenu $0^{g},126$ de fluorure de calcium, $0^{g},52$ d'alumine et $0^{g},357$ de silice. Les résultats de cette analyse sont :

(1) Ouvrage cité plus haut, p. 199.

Alumine.	53,99
Silice.	38,11
Fluor.	6,32
	98,42

On a omis d'ajouter de la silice à la substance quand on l'a fondue avec le carbonate de potasse, comme le recommande M. Forchhammer, pour faire passer tout le fluor à l'état de fluorure alcalin; on a donc probablement une proportion de fluor trop faible. Les circonstances ne m'ont pas encore permis de recommencer cette opération. Malgré le déficit de l'analyse qui ne peut être considérée que comme une première approximation, en ce qui concerne la teneur en fluor, on peut observer que, par le rapport trouvé entre la silice et l'alumine, le produit artificiel est très-voisin de la topaze.

Si dans la réaction de l'alumine sur le fluorure de silicium, il y avait absorption complète des deux éléments de ce dernier corps, on obtiendrait un composé qui contiendrait, pour une même quantité d'alumine, beaucoup plus de fluor et d'autant moins de silice que n'en renferme le produit obtenu; cette différence force à conclure qu'une partie du fluor du fluorure de silicium est éliminée.

Densité de la topaze artificielle.

La densité de la topaze artificielle est de 3,47; elle est donc la même que celle de la topaze naturelle dont la densité est 3,49.

Diaspore et le fluorure de silicium.

Il n'était pas sans intérêt de voir si la présence de l'eau influe sur le produit de la réaction du fluorure de silicium sur l'alumine; afin d'avoir de l'eau en présence des deux éléments dont il s'agit, à une température élevée, j'ai choisi l'hy-

drate d'alumine naturel connu sous le nom de diaspore, qui ne perd son eau que très-difficilement. 9.47 grammes de diaspore de l'Oural ont été chauffés très-graduellement au-dessous du rouge sombre en présence d'un courant de fluorure de silicium. Il y a eu augmentation de poids; le produit qui s'est formé renferme aussi le fluor à un état de combinaison dont il n'est pas dégagé par l'acide sulfurique concentré et bouillant.

Aluminate de soude monobasique et fluorure de silicium.

Un aluminate de soude renfermant un équivalent de chacun de ses deux éléments, a été soumis à l'action du fluorure de silicium au rouge blanc. Il a augmenté en poids de 73,3 p. 100. La masse s'est fondue en un émail blanc d'apparence homogène, dans une des cavités duquel il se trouvait une substance d'un beau bleu d'azur.

La nouvelle substance traitée par l'eau bouillante lui donne une réaction très-légèrement acide. La liqueur essayée sur une lame de platine laisse un faible résidu dont la saveur est saline.

Ce même produit, préalablement lavé et traité par l'acide sulfurique concentré, se décompose avec dégagement de fluorure de silicium qui précipite sur les parois humides du tube d'essai un anneau épais de silice, en même temps que le verre est attaqué. La plus grande partie de la silice reste en suspension dans la liqueur sous forme de gelée.

Silicate d'alumine et de soude avec fluor, comparable aux micas.

Ainsi l'aluminate de soude qui était soluble dans l'eau s'est transformé dans cette réaction en un silicate d'alumine et de soude qui est insoluble et qui renferme du fluor : le fluor est probablement combiné dans ce produit à un état analogue à celui où il se trouve dans les micas. On sait, en effet, qu'une partie des micas, surtout après

qu'ils ont été fondus, sont attaquables par l'acide sulfurique.

Aluminate de soude octobasique et fluorure de silicium.

L'expérience dont il vient d'être question a été recommencée sur un aluminate de soude octobasique, par conséquent très-fusible; on pouvait espérer qu'il se séparerait par le refroidissement du sein de cette masse très-fusible un silicate fluorifère moins fusible.

Le produit de l'attaque qui est très-boursouflé se partage par l'action de l'eau bouillante en deux parties. La partie insoluble dans l'eau bouillante, traitée par l'acide sulfurique concentré, ne donne pas lieu à un dégagement de fluor; la dissolution renferme de l'alumine, et il reste, outre de la silice, une partie grenue qui résiste aussi à l'action de la potasse bouillante. Ce résidu inattaquable par l'acide sulfurique concentré, paraît consister en menus débris de porcelaine; il forme environ 10 p. 100 de la partie insoluble. Tout le fluor fixé dans l'attaque dont il s'agit se trouve dans la partie dissoute par l'eau bouillante; car cette partie soluble, traitée après dessiccation par l'acide sulfurique, dégage en très-grande abondance une fumée blanche qui dépose sur le verre de l'acide silicique en même temps qu'elle l'attaque fortement.

Magnésie et fluorure de silicium.

De la magnésie anhydre soumise à l'action du fluorure de silicium au rouge blanc s'est fortement agglutinée et a augmenté en poids de 94,68 p. 100.

Le résidu de l'attaque ne renferme rien de soluble dans l'eau bouillante; l'acide sulfurique l'attaque à peine sensiblement à froid. L'acide sulfurique concentré et bouillant en dégage des vapeurs de fluorure de silicium qui attaquent le verre. Quant à l'acide chlórhydrique concentré

rie précédente a disparu comme il est arrivé à toutes les substances solubles. Quelquefois le spath fluor lui-même, qui a tous les caractères d'un dépôt aqueux, a pu être aussi transporté à quelque distance du point où il a pris naissance.

Apatite engagée dans les calcaires cristallins.

Dans diverses contrées, l'apatite se rencontre en outre disséminée dans des calcaires cristallins au milieu desquels elle a évidemment pris naissance. Dans un certain nombre de ces gisements, l'apatite est accompagnée de spath fluor, par exemple dans plusieurs localités des États-Unis, entre autres à Lockport, à Pargas en Finlande, où se trouve en outre le chondrodite; enfin dans le calcaire des bords du lac Baïkal.

Apatite du Saint-Gothard.

Dans plusieurs régions du massif du Saint-Gothard et des vallées de Maggia et de Fawetsch, l'apatite n'est pas accompagnée de spath fluor, mais de fer oligiste, d'anatase et de brookite, minéraux dont l'origine, d'après des expériences antérieures (1), paraît aussi se lier à l'arrivée des chlorures ou des fluorures.

Apatite de Jumilla avec fer oligiste.

A Jumilla, dans la province de Murcie, l'apatite accompagnée de fer oligiste spéculaire, tapisse les boursouflures d'une roche volcanique bien caractérisée; les cristaux d'apatite sont parsemés de beaucoup de lamelles de fer oligiste. On trouve donc ici deux minéraux dont chacun peut être produit artificiellement par décomposition de chlorures et de fluorures volatils.

L'eau peut avoir été présente.

Il est à rappeler ici que l'apatite peut se former aussi bien en présence de l'eau que sans eau.

Explication de la rareté de l'apatite magnésienne.

D'après ce qui précède, la magnésie placée dans les conditions où la chaux se transforme en apatite,

(1) Annales des mines, 4e série, t. XVI, p. 129.

ne donne pas de chlorophosphate de magnésie. Cela peut expliquer pourquoi l'apatite magnésienne manque dans tous les gisements où l'on a signalé l'apatite ordinaire; tandis que ce dernier minéral est connu dans un grand nombre de contrées, la wagnérite ou apatite magnésienne n'a été rencontrée qu'au Hœblengraben près Werfen dans le Saltzbourg, où elle est accompagnée de fer oligiste.

Topaze dans les gîtes stannifères.

Les gîtes stannifères de diverses contrées renferment la topaze parmi leurs gangues; tels sont: en Saxe, les dépôts d'Altenberg, de Geyer, d'Ehrenfriedersdorf; en Bohême, ceux de Schœnfeld, de Schlackenwald et de Zinnwald; en Cornouailles, les gîtes du Mont-Saint-Michel, de Saint-Agnès et de Trevannance; enfin en Sibérie, la localité d'Odontschelon, célèbre à la fois par les topazes et les émeraudes qui y accompagnent l'oxyde d'étain.

Parmi les caractères qui différencient les gîtes stannifères, des filons des autres métaux tels que le plomb, le cuivre, l'argent, le zinc (filons que M. Élie de Beaumont a désignés pour abréger sous le nom de *filons plombifères* ou *filons concrétionnés* (1)), il faut citer en première ligne la présence fréquente, dans les premiers, de la topaze et de l'apatite (2), tandis que ces deux minéraux fluorés paraissent manquer complétement dans les gîtes plombifères. Or, d'après les expériences précédentes, la topaze prend naissance par la réaction du fluorure de silicium sur l'alumine, l'apatite se forme dans la décomposition du chlo-

(1) Bulletin de la Société géologique de France, 2e série, t. IV, p. 1249.
(2) *Voir* plus haut, page 684.

rure ou du fluorure de phosphore par la chaux; dans des expériences antérieures j'avais obtenu l'oxyde d'étain cristallisé par la décomposition du perchlorure d'étain. Toutes ces réactions viennent successivement confirmer la théorie des amas stannifères telle que je l'ai proposée, il y a dix ans, théorie qui consiste à considérer ces gîtes comme engendrés par l'arrivée de *fluorures et de chlorures volatils* émanant des profondeurs.

Topaze de Schneckenstein en Saxe.

A Schneckenstein en Saxe, la roche consiste en une brèche formée d'hyatourmalite schisteuse, entre les feuillets de laquelle des cristaux de topaze sont abondamment disséminés; le quartz et la topaze forment en outre des veines qui serpentent entre ces fragments, dans lesquelles sont des géodes tapissées des cristaux des deux minéraux avec de petits amas de lithomage. Cet amas paraît n'être autre qu'une roche schisteuse qui a été brisée en petits fragments, puis profondément modifiée sur une certaine étendue. La topaze et la tourmaline n'y sont certainement que des épigénies (1) qui paraissent se lier à l'arrivée du fluorure de silicium.

Topaze du Brésil.

Dans les environs de Villarica, au Brésil, les gîtes de topaze sont subordonnés à des roches schisteuses métamorphiques et accompagnées de quartz, de fer oligiste en grandes lames, et de rutile. Les cristaux de ces substances se pénètrent mutuellement de telle sorte que l'on voit qu'elles ont été formées dans les mêmes conditions. Or, l'arrivée du fluorure de silicium, accompagné de chlorure ou de fluorure de fer ou de titane, ex-

(1) Mémoires sur les amas de minerai d'étain (Annales des mines, 3e série, t. XX, p. 37).

plique la formation de ces divers minéraux, conformément aux expériences consignées dans ce mémoire et dans le précédent.

Rôle des chlorures et des fluorures dans le métamorphisme des roches.

Ainsi l'expérience amène à cette conclusion que l'étude des gisements avait fait pressentir : savoir, que dans le métamorphisme de certaines roches cristallines, les fluorures et chlorures paraissent avoir joué un rôle important comme dans la formation des amas stannifères. Telles sont, par exemple, les roches caractérisées par la présence de la topaze, comme celles de la Saxe et du Brésil; telles sont aussi celles dans lesquelles il s'est développé de l'apatite, comme le schiste chloritique de Zillenthal en Tyrol, la miascite de l'Ilmen, les calcaires grenus de l'Ilmen, du lac Baïkal, de diverses localités des États-Unis, la dolomie de Ceylan, riche en spinelle.

En tout cas, s'il existe ou s'il a jamais existé dans notre globe du phosphore à l'état de chlorure ou de fluorure, il a dû résulter, par l'arrivée de l'un de ces deux derniers corps sur les silicates qui composent la plus grande masse de la croûte terrestre, du chlorure et du fluorure de silicium.

On vient de voir d'ailleurs comment le fluorure de silicium arrivant sur des composés basiques tels que l'alumine, les aluminates de soude, la magnésie, transforme instantanément ces substances en silicates de nature variée.

SUR LA

NOUVELLE LOCOMOTIVE CRAMPTON.

Par M. COUCHE.

Parmi les machines locomotives qui figurent à l'exposition universelle, aucune n'excite plus vivement l'intérêt des ingénieurs que *la Folkstone*, construite dans les ateliers de M. R. Stephenson, à Newcastle, sur les dessins de M. Crampton, et destinée au service d'*express* organisé sur la ligne du South-Eastern, en correspondance avec celui du chemin du Nord. L'auteur, qui s'est fait connaître déjà par une disposition de machines appropriée aux grandes vitesses, s'est attaché à perfectionner son œuvre, à accroître encore la stabilité des machines qui portent son nom, et il a pleinement atteint son but : sa nouvelle locomotive a été soumise à de nombreuses épreuves, en présence de plusieurs ingénieurs expérimentés : la régularité de son mouvement, la solidité de sa contenance sur la voie, ne se sont pas démenties à des vitesses qui ont atteint 120 kilomètres à l'heure. Quelques mots sur les particularités qu'elle présente ne seront donc pas sans intérêt (1).

(1) M. Stephenson m'a exprimé une grande confiance dans la valeur des dispositions adoptées par M. Crampton. Ce témoignage d'un ingénieur illustre à tant de titres, a trop d'autorité pour ne pas être mentionné.

Le fait qui frappe surtout à l'inspection du matériel moteur en usage aujourd'hui sur les chemins anglais, est le retour presque général aux cylindres intérieurs. Combinée avec les châssis extérieurs, avec l'essieu postérieur placé derrière la boîte à feu, cette disposition constitue le caractère dominant de la plupart des machines à voyageurs récemment construites. C'est seulement sur la ligne des *Eastern-Counties* qu'on retrouve presque exclusivement le type le plus répandu encore en France pour le service des voyageurs, type qui a pour caractères les cylindres extérieurs, le châssis intérieur, et le plus souvent, chez nous, la boîte à feu en porte-à-faux; et encore, dans la plupart des machines des *Eastern-Counties*, le châssis est-il extérieur pour l'essieu d'arrière, placé au delà de la boîte à feu; ce qui permet d'augmenter la largeur de celle-ci, tout en donnant plus de latitude pour l'emplacement des ressorts.

La nouvelle machine Crampton a les cylindres intérieurs, le châssis extérieur pour les roues de support (mixte), et l'essieu d'arrière au delà de la boîte à feu. De plus, les roues d'arrière sont motrices, comme dans le premier modèle du même ingénieur.

Les cylindres intérieurs, et l'essieu moteur derrière la boîte à feu, semblent s'exclure : aussi la combinaison de ces deux dispositions exige-t-elle une pièce intermédiaire : un *faux-essieu* coudé, qui reçoit le mouvement des pistons, et le transmet à chacune des roues motrices au moyen de deux manivelles extérieures calées respectivement sur l'extrémité du faux-essieu et sur le moyeu de la roue, et d'une bielle qui se meut parallèle-

ment à elle-même, comme celles d'accouplement. Sous ce rapport, la disposition revient, en effet, à celle d'une machine à roues d'arrière couplées, et dont on enlèverait les roues motrices en conservant seulement l'essieu.

Il est difficile, au premier abord, de se défendre d'une certaine prévention contre la complication apparente de ce système. Mais elle paraît parfaitement justifiée dès qu'on énumère les éléments de stabilité, de sécurité, que réunit la nouvelle machine : les essieux extrêmes écartés et très-chargés; la suppression de toute charge sur l'axe coudé, dont la rupture (par cela même presque impossible d'ailleurs) serait dès lors sans danger; une adhérence toujours suffisante; l'exagération de la longueur des bielles motrices supprimée, malgré la grande distance des cylindres aux roues motrices; les pièces du mécanisme immédiatement équilibrées par les manivelles extérieures et par les bielles de transmission; enfin et surtout la position de l'arbre moteur relativement aux cylindres, rendue indépendante des oscillations de la chaudière, aussi invariable, en un mot, que dans les machines fixes, tels sont les avantages que présente la disposition indiquée : ils sont certes assez réels pour qu'on s'attache à les réunir toutes les fois que le tracé du chemin s'y prête. L'assurance imperturbable, pour ainsi dire, de l'allure de la machine, même à des vitesses très-supérieures à celles du service, semble, en effet, ne laisser aucune prise à la critique.

Le mode de suspension mérite également d'être signalé. S'il importe, au point de vue de la stabilité de la machine, que le rectangle des points d'appui extrêmes sur les rails ait une grande lon-

gueur, et au point de vue de la conservation de la voie, que la pression soit répartie sur un nombre de points suffisant, il est évident d'un autre côté que la machine sera d'autant moins affectée par les irrégularités de la voie, que les ressorts interposés entre le châssis et les essieux seront moins nombreux ; et si le nombre de ces ressorts, c'est-à-dire celui des points d'appui du châssis, est réduit au minimum, à trois, la répartition de la charge entre ces trois points, et par suite entre les six boîtes à graisse, sera elle-même indépendante des imperfections de la voie.

M. Crampton réduit donc l'appareil de suspension à trois ressorts : deux longitudinaux, un transversal. Les deux premiers sont placés latéralement, l'un à droite, l'autre à gauche, au-dessus du châssis; celui-ci est suspendu à la chape du ressort, dont les extrémités s'appuient, par l'intermédiaire de deux contre-fiches traversant le longeron, sur les boîtes à graisse des deux roues consécutives. Le châssis s'appuie à l'arrière, au moyen d'une forte entre-toise, sur le milieu du ressort transversal, qui repose aux deux bouts sur les boîtes à graisse motrices. La chaudière, placée ainsi dans une espèce d'habitacle, reste sensiblement indifférente aux oscillations verticales des roues.

Le mode de suspension appliqué aux deux paires de roues d'avant se retrouve dans plusieurs autres types, par exemple dans les machines à voyageurs, à huit roues, du *Great-Western*, dans celles du premier système Crampton, construites par Bury pour le *London and North-Western;* R. et W. Hawthorn l'ont appliqué même aux trois essieux de la machine à cylindres intérieurs, à châssis extérieurs et à roues motrices

indépendantes et intermédiaires, qu'ils ont envoyée à l'exposition (1).

Avec cette disposition de ressorts, on n'a plus, comme dans les machines ordinaires à six roues, la faculté de faire varier les charges respectives des trois essieux, entre les limites fixées par leur position relativement au centre de gravité du poids suspendu. Mais cette faculté devient, à vrai dire, sans objet, en présence des garanties complètes qu'offrent la position de l'essieu moteur et le mode de suspension, soit contre l'insuffisance de l'adhérence, soit contre les surcharges accidentelles des fusées et des rails, contre les perturbations continuelles que la répartition des charges éprouve, dans le système ordinaire, sous l'influence du mouvement (2). Il y a, dans les machines à six roues indé-

---

(1) Dans cette machine chacun des longerons s'appuie sur les milieux de deux ressorts longitudinaux : les menottes sont assemblées avec une double entretoise moisée, dont l'une des extrémités s'appuie sur la boîte à graisse de la roue de support, tandis que l'autre est suspendue à la boîte à graisse motrice.

(2) Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'il s'agit seulement ici des variations dues aux inégalités de la voie, variations que l'élasticité des ressorts atténue, mais n'annule pas. Quant à celles qui correspondent aux pressions périodiquement variables des têtes des pistons sur les glissières, il est clair qu'elles subsistent : il est bon cependant de faire remarquer, sans insister longuement sur un sujet si simple, que la présence du faux-essieu réduit notablement ces variations, qu'elle peut même les faire disparaître entièrement. En général, à l'instant où une locomotive entre en mouvement, ou plus exactement, à l'instant où la vapeur est admise dans les cylindres, la répartition du poids suspendu sur les essieux est par cela même modifiée : la composante verticale de l'effort (traction ou compression) transmis par chacune des bielles, augmente

pendantes qui ont l'essieu moteur au milieu, une sorte d'incompatibilité entre deux conditions également impérieuses : la stabilité, qui exige une charge considérable sur l'essieu antérieur, et l'adhérence, qui ne permet pas de réduire au-dessous d'une limite toujours très-élevée le contingent de l'essieu du milieu : l'application d'un ressort spécial à chaque fusée est alors parfaitement justifiée. Elle permet d'approprier la répartition de la charge aux circonstances atmosphériques si variables dans nos climats; d'augmenter le *poids adhérent* quand le coefficient du frottement diminue par suite de l'état des rails; de le réduire quand ce coefficient a sa valeur maximum, pour éviter et les surcharges inutiles des rails et l'instabilité qu'entraîne l'accumulation d'une très-forte charge sur l'essieu du milieu; d'établir, en un mot, une sorte de transaction entre des exigences contraires. C'est ainsi qu'on a été conduit, au chemin du Nord, à adopter pour le règlement des ressorts deux bases différentes, l'une pour l'été, l'autre pour l'hiver. Mais en plaçant l'essieu moteur à l'arrière, on concilie tout naturellement la stabilité et l'adhérence, et une distribution invariable des pressions entre les trois essieux ne présente alors aucun inconvénient, surtout avec le mode de suspension appliqué par M. Crampton,

---

la charge de l'essieu moteur, et diminue par suite celles des autres. Dans les machines Crampton, cette composante, appliquée au faux-essieu, est répartie par le châssis entre ses trois points d'appui sur les ressorts, *et par suite entre les trois essieux*. La répartition du poids total entre les essieux est donc très-peu modifiée par l'admission de la vapeur, et elle ne le serait même pas du tout si le centre de gravité de ce poids se projetait exactement sur le faux-essieu.

qui rend cette répartition indépendante des irrégularités de la voie (1).

Le mécanisme de distribution de la nouvelle machine n'a rien de particulier (2).

---

(1) Une des conséquences de cet arrangement est de faire supporter, d'une part aux deux roues motrices, de l'autre aux deux roues de support placées du même côté, des charges parfaitement égales : le premier de ces deux faits (et en général l'égalité des charges sur les deux roues conjuguées, qu'elles soient ou non motrices) est évidemment très-avantageux ; le second n'est que secondaire. Il importe assez peu, en effet, que les deux paires de roues de support soient également chargées ; ce qui est utile, c'est que leurs charges respectives soient constantes. L'égalité des pressions est au contraire fort utile pour les roues couplées, et on l'a en effet depuis longtemps réalisée dans ce cas par l'emploi d'un seul ressort de chaque côté pour les deux essieux. Seulement, quand il s'agit de l'accouplement de la roue d'arrière placée au delà de la boîte à feu, et d'une machine à châssis intérieur, le faible écartement de la roue et de la boîte à feu ne permet pas de placer le ressort au-dessus du châssis : on le place alors au-dessous et on le suspend, au moyen d'un étrier qui embrasse le châssis, au milieu d'un balancier en fer placé au-dessus de celui-ci, et supporté à chaque bout par la fourchette de la boîte à graisse. Cette disposition, bien connue du reste, se remarque dans la belle machine américaine (*la vallée de la Vesdre*) envoyée à l'exposition par l'établissement de Seraing.

(2) Plusieurs machines anglaises (entre autres celles du Great Western, la locomotive-tender à 4 roues couplées de Wilson et Cie, de Leeds) présentent une modification due à M. Bousson, ingénieur du chemin de fer de la Loire. Il est certain du moins qu'il l'a décrite et appliquée à plusieurs des machines de cette ligne dès l'année 1845 ; elle est cependant peu connue en France, et la préférence que lui accordent aujourd'hui MM. Brunel et Gooch, du Great-Western, et quelques autres ingénieurs, me détermine à l'indiquer. On sait que l'application de la coulisse Stephenson, sous sa forme ordinaire, à la production de la détente variable, a

Les plongeurs des pompes sont conduits par deux excentriques spéciaux, calés comme ceux de la distribution sur le faux-essieu, mais en dehors des longerons intérieurs.

M. Crampton s'est attaché, comme la plupart des constructeurs anglais, à augmenter la surface de chauffe directe, au moyen d'un bouilleur placé dans le foyer : il est disposé longitudinalement et échancré vers la plaque tubulaire, de manière à démasquer les orifices des tubes, dont le nombre ne doit évidemment pas être réduit par la pré-

---

l'inconvénient de dérégler les avances : M. Bousson s'est proposé de faire disparaître cette imperfection, tout en conservant les propriétés spéciales de la coulisse : il rend fixe le centre d'oscillation de la bielle pendante qui supporte la coulisse, transporte le centre de celle-ci de l'arrière à l'avant, et transmet le mouvement du coulisseau à la tige du tiroir, au moyen d'une bielle articulée, ayant pour longueur celle du rayon de la coulisse. C'est, dès lors, par le déplacement de cette bielle qu'on fait varier la course du tiroir, et par suite la détente. Le centre de la coulisse coïncidant avec le point d'articulation de la bielle et de la tige du tiroir, quand la manivelle est horizontale, la position initiale du tiroir, ou, en d'autres termes, les avances, sont indépendantes de la position angulaire du levier de distribution.

Cette combinaison est ingénieuse : à la propriété que son auteur avait surtout en vue, elle réunit un avantage accessoire : c'est qu'on n'a plus à déplacer et par suite à équilibrer qu'une simple tringle, au lieu du système entier des barres d'excentriques et de la coulisse; mais elle exige de grands extr'axes, sous peine de réduire outre mesure ou la longueur des barres, ou celle du rayon de la coulisse. L'invariabilité des avances est d'ailleurs un assez faible avantage, en présence de l'imperfection capitale du procédé de détente par variation de la course, c'est-à-dire de la grande détente improductive due à l'étranglement des lumières pour l'admission.

sence du bouilleur. Le foyer est pourvu de deux portes placées symétriquement de part et d'autre de ce diaphragme. On évite ainsi les inconvénients attachés au bouilleur transversal, si gênant pour la conduite du feu. M. Brunel a cependant conservé dans les puissantes machines du Great-Western cette dernière disposition depuis longtemps abandonnée en France, et que M. Clarke avait seul persisté à appliquer au chemin d'Orléans.

Les roues de la Folkstone sont entièrement en fer forgé. Les ingénieurs anglais s'accordent, du reste, aujourd'hui pour supprimer les moyeux en fonte, non-seulement dans les roues des machines, mais aussi dans les roues de wagons, — *quand elles sont entièrement métalliques* (1).

---

(1) La réduction des dépenses qu'entraînent l'entretien et le renouvellement des bandages est aujourd'hui une des questions à l'ordre du jour en Angleterre. Pour les roues de machines, pour lesquelles une grande rigidité paraît indispensable, c'est seulement par le choix du métal, par les conditions même de la fabrication des bandages, qu'on cherche à prolonger leur durée. Quant aux roues de wagons, une certaine flexibilité du *centre* (*) ne présente aucun inconvénient, et on conçoit qu'elle est d'ailleurs très-propre à ralentir l'usure des bandages, et par suite aussi celle des rails. Les ingénieurs anglais se préoccupent beaucoup de l'application de ce principe, et ils l'ont reproduite dans ces derniers temps sous les formes les plus variées. Mais l'examen de ces détails est étranger à l'objet de cette notice.

(*) Nom qu'on donne, en langage d'atelier, à l'ensemble du moyeu et des rais.

JURISPRUDENCE DES MINES,

USINES, ETC.

EXPLOITATION DE CARRIÈRES. — *Les mesures prises par l'administration pour interdire l'exploitation d'une carrière qui menace la sûreté publique, ne peuvent donner lieu à des recours par la voie contentieuse.*

Nous avons plusieurs fois rapporté, dans ce recueil, des arrêts du conseil d'État établissant qu'il appartient à l'administration de prendre, en vertu des règlements, toutes les mesures de sûreté publique que peuvent exiger les exploitations de carrières, et que ses décisions en pareille matière ne sont pas susceptibles d'être attaquées par la voie contentieuse.

Ces principes ont été confirmés par un arrêt du 4 janvier 1851 intervenu dans les circonstances suivantes :

La carrière, objet du débat, est située à Montmartre; après avoir appartenu aux sieurs Leclaire et Brochet, elle a depuis passé entre les mains des sieurs Permiseux et Hériché.

Cette carrière, dont déjà plusieurs parties avaient dû être interdites comme s'avançant au delà des distances prescrites par le règlement du 22 mars 1813, ayant été reconnue ne pouvoir être exploitée sans péril pour la conservation des édifices du voisinage, une décision du ministre des travaux publics, du 12 juin 1847, en a définitivement prononcé l'interdiction et le comblement, par application des articles 27 et 28 du règlement ci-dessus mentionné, lesquels disposent que toutes carrières présentant des dangers qu'on ne peut prévenir par des précautions suffisantes seront fermées, muraillées et abattues s'il est nécessaire.

Seulement la décision ministérielle a laissé la faculté d'enlever, dans un délai qui serait fixé par le préfet, l'angle sud-est d'un pilier extérieur qui, ne supportant pas de terre de recouvrement, pouvait être entamé sans inconvénient dans la portion qui se trouve à découvert.

M. le préfet de la Seine a pris, pour l'exécution de ces mesures, le 2 août 1847, un arrêté qui a assigné un délai pour l'enlèvement de l'angle du pilier en question, a prohibé l'exploitation de tous les autres piliers et étais, et a déterminé le mode suivant lequel serait opéré le remblayement de la carrière.

Les sieurs Hériché et Permiseux se sont pourvus au conseil d'État contre la décision ministérielle et contre l'arrêté du préfet.

La section du contentieux a rejeté le pourvoi par un arrêt du 4 janvier 1851, conçu en ces termes :

Le conseil d'État, section du contentieux,

Vu la requête présentée par les sieurs Joseph-Ambroise Permiseux et Joséphine-Désirée Leclaire, son épouse, comme étant aux droits des autres héritiers et représentants du feu sieur Leclaire, leur père et beau-père, et Pierre-Florentin Hériché, plâtrier à Montmartre, agissant tous trois dans un seul et même intérêt; ladite requête enregistrée au secrétariat général du conseil d'État, le 12 août 1847, et tendant à ce qu'il plaise au conseil annuler une décision du ministre des travaux publics, en date du 21 juin précédent, laquelle avait prononcé l'interdiction définitive de toute exploitation de pierre à plâtre dans la carrière des requérants, située à Montmartre, et un arrêté du préfet de la Seine, du 2 août 1847, rendu pour l'exécution de ladite décision, lequel serait en outre entaché d'excès de pouvoirs pour avoir imposé aux exploitants des obligations non contenues dans la décision du ministre; ce faisant, adjuger aux requérants les conclusions par eux prises devant le ministre;

Et, attendu que si la décision attaquée était mise à exécution, il en résulterait pour les requérants un préjudice irréparable, que, dans l'état de la carrière, rien ne périclitait et ne présentait le moindre danger, ordonner qu'il serait sursis à l'exécution de ladite décision jusqu'à ce qu'il fût statué par le conseil sur le recours des exposants, toutes choses demeurant en état;

Vu les décisions et arrêtés attaqués;

Vu les mémoires ampliatif et en réplique, présentés au nom des requérants, enregistrés comme dessus les 13 septembre 1847 et 4 novembre 1848, et concluant aux mêmes fins;

Vu la réponse faite au pourvoi par le ministre des travaux publics, ladite réponse enregistrée de même le 4 octobre 1847 et concluant au rejet de la requête ;

Vu un quatrième mémoire à l'appui du pourvoi, enregistré au secrétariat du contentieux du conseil d'État, le 2 janvier 1850, et concluant à ce qu'il plaise au conseil ordonner, avant faire droit, que, par un expert étranger au corps des ingénieurs des mines, il sera constaté :

1° Si l'exploitation de la carrière des requérants n'a pas eu lieu selon les règles de l'art, conformément aux règlements de la matière;

2° Si la carrière n'est pas satisfaisante de solidité ;

3° Si, avant que le remblai eût été commencé, il y aurait eu et s'il y avait actuellement péril à continuer l'exploitation; en cas de négative, à l'égard de quelles parties de la carrière et dans quelles limites ;

4° Si une indemnité n'est pas due par l'État aux requérants et dans quelle proportion;

5° Enfin s'il y aurait eu danger à accorder une augmentation de délai pour l'exploitation totale de la partie marquée F au plan de la carrière; — pour, le procès-verbal de l'expertise déposé au secrétariat du contentieux, être par les parties conclu et par le conseil statué ce qu'il appartiendra ;

Vu les pièces de l'instruction administrative à laquelle il a été procédé devant le ministre, et notamment l'avis du conseil général des mines, du 4 juin 1847, et le rapport approuvé par le ministre à la date du 21 du même mois ;

Vu les autres pièces du dossier;

Vu la loi du 21 avril 1810, le règlement général du 22 mars 1813 relatif à l'exploitation des carrières dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, le règlement spécial en date du même jour sur l'exploitation des carrières à plâtre ;

Ouï M. Paravey, conseiller d'État, en son rapport;

Ouï Mᵉ Béguin-Billecocq, avocat des sieur et dame Permiseux et du sieur Hériché, en ses observations;

Ouï M. Cornudet, maître des requêtes, commissaire du gouvernement, en ses conclusions;

En ce qui touche la décision du ministre :

Considérant que cette décision, rendue en exécution

des articles 27 et 28 du règlement général du 22 mars 1813, se fondait sur les dangers qu'aurait présentés l'état de la carrière des requérants, et que les mesures prises par l'administration en vertu des pouvoirs qui lui sont conférés par lesdits articles, dans l'intérêt de la sûreté publique, ne sont pas susceptibles de recours par la voie contentieuse;

En ce qui touche l'arrêté du préfet de la Seine :

Considérant qu'à supposer que les mesures prescrites par ledit arrêté eussent excédé les termes de la décision ministérielle, il appartenait au préfet, en vertu des règlements, de prendre, sauf recours au ministre, l'initiative des mesures que lui paraissait commander la sûreté publique, et que ses injonctions à cet effet n'auraient pu être déférées directement au conseil d'État que pour cause d'excès de pouvoir;

Considérant que le préfet, soit en déclarant que l'interdiction prononcée par le ministre comprenait les piliers et étais de masse situés extérieurement autour et en avant des bouches de cavage et signalés dans l'instruction comme des contre-forts nécessaires au soutien des terrains supérieurs, soit en ordonnant que le comblement à effectuer comprendrait les remblais amoncelés avec un talus de 40 degrés, sur des terrains dépendant de la carrière, en avant des piliers des bouches de cavage et de l'étai de masse occidental, de manière à leur servir de contre-forts, soit enfin en déterminant les délais dans lesquels seraient exécutés les différents travaux autorisés ou prescrits par l'administration, n'a point excédé ses pouvoirs;

Décide :

Art. 1er. Les requêtes ci-dessus visées sont rejetées.

Art. 2. Expédition de la présente décision sera transmise au ministre des travaux publics.

Mines. — Chemins de fer.

Un concessionnaire de mines peut-il, en vertu des articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, être autorisé à établir, en dehors de sa concession, un chemin de fer pour le service de son exploitation? Résolu négativement.

Une question semblable à celle que nous venons d'in-

diquer s'était présentée en 1838 devant le conseil d'État pour l'interprétation de l'article 80 de la loi du 21 avril 1810 qui permet aux propriétaires d'usines à fer d'établir des patouillets, lavoirs et chemins de charroi sur le terrain d'autrui; le conseil a été d'avis que cet article 80 ne s'appliquait point à des chemins de fer que les maîtres de forges voudraient construire pour leur usage; il a été rendu compte de cette affaire dans les Annales des mines, tome XIV, 3e série.

Une décision semblable a été rendue récemment au contentieux, en ce qui concerne les mines, dans l'espèce suivante :

Un arrêté du préfet du Puy-de-Dôme, du 8 octobre 1847, avait autorisé les concessionnaires des mines de houille de la Vernade à occuper, pour l'établissement d'un chemin de fer destiné au service de leur exploitation, des terrains situés dans le périmètre d'une concession voisine dite de la Roche.

La compagnie propriétaire de cette dernière concession s'est pourvue au conseil d'État contre cet arrêté.

Le ministre des travaux publics, consulté sur ce litige, a été d'avis, conformément à l'opinion exprimée par le conseil général des mines, que le pourvoi était fondé et que l'arrêté devait être annulé, sauf aux concessionnaires de la Vernade à s'adresser à l'autorité compétente pour être autorisés, s'il y avait lieu, à construire leur chemin de fer, après l'accomplissement des formalités et suivant les règles prescrites par la loi du 3 mai 1841.

L'administration a fait observer à cet égard que l'arrêté attaqué s'était appuyé à tort sur les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810. D'après ces articles, les concessionnaires de mines ont bien le droit d'occuper, pour leurs travaux d'exploitation, les terrains appartenant à autrui, à charge de payer des indemnités aux propriétaires.

Mais, évidemment, la loi n'a entendu, par ces dispositions, attribuer aux concessionnaires que ce qui était absolument indispensable pour que les exploitations pussent être opérées. Les mines constituant des propriétés distinctes de la surface, il fallait bien que le titulaire de la concession eût la faculté d'occuper, dans l'enceinte de son périmètre, les terrains nécessaires à l'ouverture des puits, à l'emplacement de ses machines, de ses agrès, etc.;

qu'il ne fût pas, pour l'établissement de ces travaux, dans la dépendance des propriétaires du sol; sans quoi une foule d'entraves auraient pu être apportées aux exploitations et les eussent souvent rendues impraticables. Le droit d'occupation est la conséquence immédiate, forcée, de la concession de la mine; on conçoit même, comme cela a d'ailleurs été reconnu en plusieurs cas, que le concessionnaire puisse l'invoquer pour construire les chemins destinés à conduire à ses puits, à en transporter les produits à la voie publique la plus voisine: toutefois ce droit ne saurait aller jusqu'à donner au concessionnaire le pouvoir d'établir, en dehors de sa concession, pour ses convenances personnelles, un chemin de fer, qui exige des ouvrages d'art permanents, change le relief du sol, interrompt les communications entre les champs limitrophes.

Un pareil privilége eût été exorbitant, il aurait imposé à la propriété foncière des servitudes excessives. Sans doute un concessionnaire de mines peut, en raison de l'importance de son exploitation, obtenir l'autorisation de construire un chemin de fer; mais il faut alors suivre les formalités prescrites par la loi du 3 mai 1841, il faut que l'utilité publique soit préalablement constatée et déclarée, et qu'il intervienne suivant les cas un acte, soit du chef du gouvernement, soit du pouvoir législatif, qui accorde l'autorisation.

Il a été ainsi jugé dans l'espèce par la section du contentieux du conseil d'État. Voici l'arrêt qu'elle a rendu le 8 mars 1851:

Le conseil d'État, section du contentieux;

Vu la requête sommaire et le mémoire ampliatif présentés pour les sieurs Dehaynin père et fils, négociants, demeurant à Paris, rue du Faubourg-Saint-Martin, n°s 188 et 190, concessionnaires de la mine de houille de la Roche, lesdits requête et mémoire enregistrés au secrétariat général du conseil d'État les 23 octobre 1847 et 2 février 1848, et tendant à ce qu'il plaise au conseil annuler pour incompétence et excès de pouvoirs, dans celle de ses dispositions qui leur fait grief, un arrêté du préfet du Puy-de-Dôme, en date du 8 octobre 1847, qui a autorisé les concessionnaires des mines de houille de la Vernade, voisines de la concession de la Roche, à occuper sur une largeur de quatre mètres, pour l'établissement d'un che-

min de fer destiné au service de leur exploitation, des terrains situés dans le périmètre de cette dernière concession, et condamner les défendeurs aux dépens;

Vu le mémoire en défense présenté par le sieur Jean-Claude Arnoux, gérant de la compagnie Arnoux, concessionnaire des mines de houille de la Vernade, demeurant à Paris, rue du Mont-Parnasse n° 3, ledit mémoire enregistré au secrétariat général du conseil d'État, le 12 décembre 1848, et tendant à ce qu'il plaise au conseil d'État rejeter le recours des sieurs Dehaynin et les condamner aux dépens;

Vu les observations du ministre des travaux publics enregistrées au secrétariat du contentieux le 6 juin 1849;

Vu le mémoire en réplique, enregistré au secrétariat du contentieux le 29 janvier 1850, par lequel le sieur Arnoux déclare persister dans ses conclusions ci-dessus visées;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu les lois des 21 avril 1810, 3 mai 1841 et 3 mars 1849, article 42;

Ouï Mᵉ Nouguier, avocat des sieurs Dehaynin, et Mᵉ Mathieu-Bodet, avocat de la compagnie Arnoux, en leurs observations;

Ouï M. Dumartroy, maître des requêtes, suppléant du commissaire du gouvernement, en ses conclusions;

Considérant que le préfet du Puy-de-Dôme a autorisé la compagnie concessionnaire des mines de la Vernade à construire un chemin de fer sur des parcelles de terrain situées en dehors du périmètre de sa concession;

Considérant que, aux termes de l'article 3 de la loi du 3 mai 1841, aucun chemin de fer ne peut être exécuté qu'en vertu d'une autorisation émanée soit du pouvoir législatif, soit du chef du pouvoir exécutif;

Considérant que les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810 ne sont applicables qu'aux surfaces comprises dans le périmètre des mines concédées;

Considérant que les dispositions de l'article 80 sont restreintes aux permissions délivrées en vertu du titre 7 de la loi;

Que, dès lors, le préfet du Puy-de-Dôme, en accordant

du 20 février 1849. On peut présenter d'ailleurs, à l'appui de la doctrine que cet arrêt consacre, les considérations suivantes :

En premier lieu, d'après l'article 37 du Code de commerce, une société anonyme ne peut exister qu'avec l'autorisation du gouvernement et avec son approbation pour l'acte qui la constitue. Du moment donc qu'une compagnie n'a point été autorisée comme société anonyme, il lui manque la condition essentielle, indispensable pour être réputée telle, et elle se trouve dès lors placée sous un régime tout différent; sous ce rapport l'un des arguments invoqués par l'administration des finances manque de justesse.

Par quels motifs d'ailleurs la loi du 20 février 1849 a-t-elle assujetti à la taxe des biens de mainmorte les sociétés anonymes comme les départements, les communes? C'est parce que, de même que les départements, les communes, les sociétés anonymes ne peuvent aliéner leurs immeubles sans une permission expresse de l'autorité, permission qui n'est accordée que dans des cas exceptionnels pour des motifs graves, et qu'ainsi les immeubles sont frappés entre leurs mains d'une sorte d'inaliénabilité.

Les concessions de mines n'ont nullement ce caractère.

Aux termes de la loi du 21 avril 1810, la concession d'une mine est l'acte par lequel le gouvernement confère à un individu ou à une société quelle qu'elle soit, qu'il a reconnu présenter les titres et les garanties nécessaires, la propriété d'un gîte minéral.

Et cet acte, selon le texte formel de l'article 7 de ladite loi, donne la propriété perpétuelle de la mine, laquelle est dès lors disponible et transmissible comme tous autres biens.

Il n'existe, suivant le même article, qu'une restriction à cette libre disponibilité, c'est de ne pouvoir vendre par lots la mine ou la partager sans une permission préalable de l'autorité. Sauf cette seule restriction, imposée dans l'intérêt de la conservation des mines, dont des partages, des morcellements, auraient pu compromettre l'existence, tout concessionnaire, individu ou compagnie, est parfaitement maître d'aliéner la concession ou les concessions qu'il possède, de les céder à d'autres, à prix d'argent ou

d'une manière quelconque. Il suffit que la vente ou la transmission porte sur la mine en son entier, que celle-ci ne soit point divisée.

Les concessions de mines ne forment donc point des biens hors de la circulation, des biens de mainmorte. Sans doute chaque associé, lorsque la concession est possédée par plusieurs personnes, n'en a pas la propriété directe; cette propriété n'est représentée entre ses mains que par des actions, et ces actions sont meubles, d'après l'article 529 du Code civil et l'article 8 de la loi du 21 avril 1810. Mais si la loi du 20 février 1849 avait entendu faire dépendre l'imposition à la taxe de la division ou de la mobilisation du capital social en actions, elle eût compris, avec les sociétés anonymes, les sociétés en commandite, et, en un mot, toute société par actions : elle ne l'a pas fait, elle n'a parlé que des sociétés anonymes, parce que, dans les autres formes d'association, la compagnie, prise collectivement, se trouve, comme un particulier, pleinement maîtresse de ses biens, qu'elle peut les vendre, échanger, hypothéquer, faire toutes transactions, sans avoir besoin, pour cela, d'autre chose que du consentement des sociétaires exprimé conformément au pacte qui les a réunis; pacte qui, en outre, n'émanant que de leur volonté, peut toujours être modifié, dissous par eux d'un commun accord.

On ne saurait non plus, et par les mêmes raisons, considérer les concessions de mines comme des établissements publics. Les établissements publics sont ceux qui se trouvent sous la tutelle administrative, qui ne peuvent acquérir, aliéner, transiger, citer en jugement qu'avec l'autorisation de l'administration supérieure. Les concessions de mines ne représentent rien de pareil : elles sont placées sous la surveillance administrative pour l'exécution des mesures de police, de sûreté et de bonne exploitation; mais dans tout le reste, si ce n'est pour leur morcellement qui est défendu ainsi que nous l'avons dit, elles constituent des propriétés entièrement semblables à tous autres biens, comme eux disponibles, transmissibles.

En résumé, ni la nature de leur titre ni leur mode de possession et de jouissance ne rangent les compagnies de mines dans la classe des établissements désignés par la loi du 20 février 1849. Il est loisible à ces compagnies de

choisir les formes d'association qui leur conviennent ; elles peuvent, comme toute autre entreprise, obtenir la permission de se constituer en sociétés anonymes. Mais dès qu'elles n'ont point été autorisées comme telles par un acte particulier du gouvernement, lequel est complétement indépendant de l'acte de concession, elles ne sont que des compagnies ordinaires, auxquelles seulement l'article 8 de la loi du 21 avril 1810, afin de faciliter l'apport des capitaux nécessaires aux grandes exploitations, a conféré nommément la faculté de diviser leur capital social en actions ou parts d'intérêts.

On pourrait ajouter que, sous un autre rapport encore, en raison des impositions toutes spéciales auxquelles elles sont assujetties, les mines ne paraissent pas pouvoir être comprises dans la nouvelle taxe créée par la loi du 20 février 1849. D'après cette loi, cette taxe ne frappe que les immeubles passibles de la contribution foncière. Or les concessions de mines se trouvent, en ce qui concerne l'impôt, dans une catégorie à part; en sus de la contribution foncière que payent les terrains sur lesquels elles sont assises, les bâtiments, ateliers attachés à l'exploitation, elles sont soumises à deux sortes de redevances, à une redevance fixe annuelle de 10 francs par kilomètre carré de surface, et à une redevance proportionnelle aux produits des extractions, laquelle s'élève à 5 o/o du produit net. Ces charges spéciales, qui ne laissent pas d'être considérables pour les exploitants et qui fournissent chaque année au budget de l'État une source importante de recettes, semblent devoir affranchir les mines de la contribution additionnelle dont il s'agit.

Quoi qu'il en soit, la section du contentieux du conseil d'État s'est bornée, dans les espèces actuelles, à motiver ses décisions sur ce considérant : que les compagnies d'Anzin, de Douchy et de Vicoigne n'étaient pas constituées en sociétés anonymes et ne pouvaient être regardées comme des établissements publics. Nous donnons ci-après l'arrêt rendu en faveur de la compagnie d'Anzin, le 7 juin 1851; les deux autres arrêts, intervenus le même jour, sont absolument conçus dans les mêmes termes.

Le conseil d'État, section du contentieux,

Vu le pourvoi du ministre des finances, enregistré au secrétariat du contentieux, le 19 août 1850, et tendant à

ce qu'il plaise au conseil annuler un arrêté du conseil de préfecture du Nord, en date du 8 février 1850, qui a accordé décharge à la compagnie des mines d'Anzin de la taxe des biens de mainmorte à laquelle elle avait été imposée, pour 1849, dans les communes de Hasnon, Hergnies, Vieux-Condé, Saint-Amand, Bruille, Fresnes, Condé, Haulchain, Trith Saint-Léger, Valenciennes, Denain, Anzin, Escaudin, Bouchain, Oisy, Abscon et Herrin;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu le mémoire en défense présenté par la compagnie des mines d'Anzin qui conclue au rejet du pourvoi ci-dessus visé, ledit mémoire enregistré au secrétariat du conseil le 8 mars 1851;

Vu toutes les pièces du dossier, notamment un extrait de l'acte de société de la compagnie d'Anzin, en date du 19 novembre 1757;

Vu la loi du 21 avril 1810 et celle du 20 février 1849;

Ouï, etc.;

Ouï, etc.;

Considérant qu'il résulte des pièces ci-dessus visées que la compagnie des mines d'Anzin n'est pas constituée en société anonyme, et qu'elle ne peut être considérée comme un établissement public légalement autorisée, dans le sens de la loi du 20 février 1849; que, dès lors, elle n'est pas imposable à la taxe établie par ladite loi;

Décide :

Art. 1er. Le pourvoi du ministre des finances es rejeté.

Art. 2. Expédition de la présente décision sera transmise au ministre des finances.

Loi du 11 *janvier* 1851, *relative au régime commercial de l'Algérie* (1).

Régime commercial de l'Algérie.

Art. 1er. Les produits naturels de l'Algérie, et nommément ceux qui sont énumérés au tableau I, d'origine dûment justifiée, et transportés directement, seront admis en franchise de droits dans les ports de la République.

Art. 2. Seront admis en franchise de droits, dans les ports de France, les produits d'industrie algérienne énumérés au tableau II.

Soit à l'entrée, soit à la sortie, l'affranchissement des droits ne dispensera pas de faire aux douanes la déclaration conforme aux dispositions de l'article 9, titre II de la loi du 22 août 1791, selon les unités énoncées au tarif général de France, sous peine de cent francs d'amende par fausse déclaration.

Art. 3. Les marchandises exportées de France en Algérie, ou d'Algérie en France, seront exemptes de tout droit de sortie.

Art. 4. Les produits étrangers importés en Algérie seront soumis aux mêmes droits que s'ils étaient importés en France par les ports de la Méditerranée, sauf les exceptions des articles 5 et 6.

Art. 5 Seront admis francs de droits en Algérie les produits étrangers nécessaires :

1° Aux constructions urbaines et rurales, suivant le tableau III ;

2° A la reproduction agricole, suivant le tableau IV.

Seront admis, en payant la moitié des droits du tarif général de France, les produits énumérés au tableau V.

Art. 6. Continueront d'être en vigueur les dispositions de l'ordonnance du 16 décembre 1843 non modifiées par les articles précédents, spécialement en ce qui concerne les produits nommément tarifés par l'article 9 de cette or-

(1) *Voir* ci-après, page 775, la circulaire transmissive du 29 janvier 1851.

donnance, et la quotité des droits applicables, en Algérie, aux marchandises prohibées en France.

Art. 7. Sont et demeurent affranchis de tous droits de sortie, les produits exportés d'Algérie à l'étranger, à l'exception des soies, bourres de soie, fils de mulquinerie, tourteaux de graines oléagineuses, bois de fusils et bois de noyer bruts, sciés et façonnés, qui seront soumis aux droits de sortie du tarif général de France.

Les drilles, cartons de simple moulage, minerais de cuivre, écorces à tan. armes, munitions et projectiles de guerre, ne pourront être exportés qu'à destination de la France, à moins d'autorisations contraires, données conformément aux dispositions de l'article 9 de la présente loi, et, dans ce cas, ils seront soumis aux conditions du tarif général de la métropole.

Art. 8. Continueront également d'être en vigueur les dispositions de l'ordonnance du 16 décembre 1843, qui règlent les conditions de la navigation et du cabotage, sauf l'exception suivante :

Les navires étrangers,

1° S'ils viennent sur lest en Algérie et s'ils repartent chargés de produits français, seront exemptés du droit de tonnage ;

2° S'ils déchargent leurs marchandises en divers ports de l'Algérie sans opérer de chargements intermédiaires, ils ne payeront qu'un seul droit de tonnage.

Art. 9. Le Président de la République pourra, par voie de décret pour l'Algérie :

1° Classer les nouveaux produits naturels que présentera le commerce pour être admis au tableau I de l'article 1er, à la charge de convertir les dispositions ordonnées en projet de loi dans le délai d'une année ;

2° Déterminer les bureaux et zones du littoral et de la frontière de terre par où devront avoir lieu les importations et les exportations, suivant les provenances et les classifications ;

3° Désigner le lieu des entrepôts réels sur la côte ou dans l'intérieur, et réglementer ces entrepôts ;

4° Établir et réglementer des bureaux de visite et de garantie nécessaires pour empêcher les produits frauduleux de nuire au commerce de la France avec l'intérieur

de l'Algérie; déterminer les dimensions des tissus et d'autres produits nécessaires au commerce, en exigeant la garantie des marques de fabrique;

5° Accorder temporairement l'exportation à l'étranger des drilles et cartons, des écorces à tan, des minerais de cuivre, des armes, des projectiles et des munitions de guerre;

6° En cas d'insuffisance de la navigation française, accorder temporairement la faculté de cabotage, en Algérie, à des navires étrangers, avec ou sans exemption du droit de tonnage;

7° Accorder l'exemption du droit de tonnage aux navires arrivant chargés de bois du Nord, lorsqu'ils repartiront chargés de produits français;

8° Appliquer aux contraventions commises contre les dispositions des décrets sur diverses réglementations, des amendes fixées par voie de règlement d'administration publique, sans préjudice de la confiscation des objets saisis en fraude ou contrebande, d'après les règles suivies en France.

Les décrets rendus en vertu des paragraphes 1, 6, 7 et 8 du présent article devront être soumis à l'Assemblée législative, pour être convertis en lois dans le cours de l'année qui suivra leur mise à exécution.

Art. 10. Les lois, ordonnances, décrets et règlements ministériels, actuellement en vigueur pour le service des douanes de France, s'appliqueront à l'Algérie en tout ce qui n'est pas contraire aux dispositions de la présente loi.

Art. 11 Jusqu'au 1er mars 1851, les farines étrangères seront admises en payant par quintal métrique

Provenant des entrepôts de France. . .	4 fr.
Provenant de l'étranger.	5

Art. 12. La présente loi sera simultanément exécutoire, en France et en Algérie, à partir du 1er mars prochain.

TABLEAU I.

Produits naturels de l'Algérie pour lesquels la franchise est accordée à leur entrée en France.

(Extrait.)

Cuivre pur et allié de première fusion en masse.
Fontes brutes, aciéreuses.
Marbre brut.
Minerais de toute sorte.
Plomb brut.
Poudre d'or.
Sels de marais ou de saline et sels gemme ou fossile, sauf *perception du droit de consommation applicable au sel français.*
Soufre non épuré (minerai compris).
Terres savonneuses.

TABLEAU II.

Produits fabriqués en Algérie qui seront admis en franchise en France.

. . . .

TABLEAU III.

Produits étrangers nécessaires aux constructions urbaines et rurales qui continueront d'être admis francs de droits en Algérie.

(Extrait.)

Ardoises.
Bitumes solides purs, mélangés de terre, et généralement tous les mastics bitumineux.
Carreaux en faïence.
Charbons de bois et de terre.
Chaux.
Étain.
Pierres à bâtir.
Pouzzolane.
Zinc à l'état brut, ou simplement étiré ou laminé.

TABLEAU IV.

Produits étrangers nécessaires à la reproduction animale et végétale, qui continueront d'être admis en franchise de droits en Algérie.

. . . .

TABLEAU V.

Produits étrangers admissibles en Algérie, en payant la moitié des droits en France.

Les fontes brutes non aciéreuses et les aciers.
Les fers en barre.
Les fers-blancs en feuille.
Les cuivres de première fusion purs ou alliés de zinc.

Décret du Président de la République, en date du 14 janvier 1851, qui modifie le régime du carbonate de baryte natif, à l'importation en France (1).

Le Président de la République,

---

(1) *Voir* ci-après, page 774, la circulaire transmissive du 24 janvier 1851.

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce ;

Vu l'article 34 de la loi du 17 décembre 1814,

Décrète :

Art. 1er. Le régime du carbonate de baryte natif, à l'importation en France, est modifié et établi ainsi qu'il suit :

Carbonate de baryte natif	par navires français.	Exempt.
	par navires étrangers et par terre.	2 fr. les 100 kilog.

Art. 2. Le ministre de l'agriculture et du commerce et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Mines métalliques d'Arre.

Décret du Président de la République, en date du 20 *janvier* 1851, *qui accorde aux sieurs* Zoé Granier fils, Jean-Pierre Coulazou *et* Benjamin Cauvy, *la concession de mines de zinc, plomb, argent et autres métaux associés dans le même gîte ; lesdites mines situées dans la commune de* Laruns, *arrondissement d'*Oloron (Basses-Pyrénées).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Arre*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Est, par une ligne brisée partant du pic de Pénémeda, suivant les sinuosités d'Ar-Saurins et les limites de la commune d'Aas, et atteignant le milieu de la gorge d'Arre ;

Au Sud-Est, par une ligne droite partant de la gorge d'Arre et aboutissant à la source du second ruisseau qui se jette dans le gave de Sousoueou, et de là par une ligne sinueuse suivant le cours de ce même ruisseau jusqu'à sa jonction avec ledit gave de Sousoueou ;

Au Sud-Ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point et atteignant le sommet d'Ar-Cizette ;

Enfin au Nord-Ouest, par une ligne droite partant de ce même sommet et atteignant le pic de Pénémeda, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de sept kilomètres carrés, cinquante hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de dix centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Décret du Président de la République, en date du 20 janvier 1851, *qui soumet l'autorisation conférée au sieur* Barrachin *par le décret du* 6 *octobre* 1849, *pour le maintien de deux lavoirs à bras au lieu dit* le Vieux-Fourneau, *commune de* Signy-le-Petit (Ardennes), *à la réserve ci-après* :

Lavoirs à bras, à Signy-le-Petit.

« L'opération du lavage cessera tous les ans au 1er juillet et ne sera reprise qu'au 15 octobre. »

Décret du Président de la République, en date du 23 janvier 1851, *portant acceptation de la renonciation du sieur* Enjelvin Deroziers *à la concession des mines d'antimoine d'*Anglebas (Puy-de-Dôme).

Mines d'antimoine d'Anglebas.

(Extrait.)

Art. 2. Dans un délai de trois mois, à compter de la notification du présent décret, M. Deroziers devra, dans l'intérêt de la sûreté publique, fermer par des murs construits avec soin les entrées des diverses galeries qui débouchent au jour, et notamment les entrées de la galerie de Fortune, de la galerie des Pots-Cassés, autrement dite Saint-Jean, et de la galerie d'écoulement.

Ces travaux seront exécutés sous la surveillance de l'ingénieur des mines du département, qui en fera la vérification après leur achèvement, et dressera procès-verbal de cette vérification, en présence du concessionnaire.

Une expédition de ce procès-verbal sera déposée à la mairie de Perpezat, une autre à la préfecture du département, et la troisième sera transmise au ministère des travaux publics.

Art. 3. A défaut par M. Enjelvin Deroziers de se con-

former aux dispositions prescrites par l'article qui précède, il y sera pourvu d'office et à ses frais, en exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, et suivant les formes indiquées par les articles 4 et 5 de l'ordonnance réglementaire du 26 mars 1843.

Art. 4. Sont expressément réservés les droits des propriétaires du sol pour les indemnités qu'ils pourraient avoir à répéter contre le concessionnaire à raison des dégâts ou dommages qui auraient été occasionnés sur leurs terrains par les précédents travaux de recherches ou d'exploitation.

Art. 5. Le sieur Enjelvin Deroziers est et demeurera affranchi, à partir du 1er janvier 1849, de la redevance fixe imposée sur sa concession en vertu de la loi du 21 avril 1810 et du décret du 6 mai 1811.

Mines de cuivre et de fer de Mouzaïa.

Décret du Président de la République, en date du 29 janvier 1851, qui proroge pour un an l'autorisation accordée précédemment aux concessionnaires des mines de cuivre et de fer de MOUZAÏA (province d'Alger), *d'exporter directement d'Algérie à l'étranger des minerais de cuivre provenant de leur exploitation.*

Le Président de la République,

Vu le décret présidentiel du 20 juin 1849, autorisant, pendant un an, la compagnie propriétaire des mines de cuivre et de fer de Mouzaïa (province d'Alger), à exporter directement d'Algérie à l'étranger jusqu'à concurrence de 2.000 tonnes de minerais de cuivre provenant de son exploitation;

Le décret présidentiel du 30 août 1850 prorogeant cette autorisation pour trois mois (1);

La demande de la compagnie de Mouzaïa tendant à obtenir une nouvelle prorogation;

La lettre du préfet du département des Bouches-du-Rhône, du 20 novembre 1850;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, du 24 décembre suivant;

---

(1) Annales des mines, 4e série, t. XVIII, p. 586.

La lettre du préfet du département d'Alger, du 5 janvier 1851;

Vu la loi sur le régime commercial de l'Algérie, du 11 dudit mois de janvier;

Sur le rapport du ministre de la guerre,

Décrète :

Art. 1er. L'autorisation d'exporter directement d'Algérie à l'étranger jusqu'à concurrence de 2.000 tonnes de minerais de cuivre provenant des mines de Mouzaïa (province d'Alger), accordée temporairement aux concessionnaires de ces mines par les décrets présidentiels ci-dessus visés des 20 juin 1849 et 30 août 1850, est prorogée de nouveau et pour un an, à dater de la notification aux permissionnaires du présent décret.

Art. 2. La compagnie de Mouzaïa ne pourra jouir du bénéfice de la présente autorisation qu'après qu'elle aura préalablement justifié d'un approvisionnement de 1.000 tonnes de minerais de cuivre au moins dans l'usine de Caronte (département des Bouches-du-Rhône).

Art. 3. Dans le cas où le roulement de cette usine viendrait à être compromis, faute de minerais pour l'alimenter, la présente autorisation pourra être retirée. Il en sera de même en cas d'inexécution des obligations imposées aux permissionnaires, par décret du 20 juin 1849.

Art. 4. La compagnie de Mouzaïa devra adresser au préfet d'Alger, avant la fin de l'année 1851, un mémoire faisant connaître la quantité de minerais exportée et les résultats de l'exportation, tant en ce qui concerne les sommes provenant de la vente, que leur application, conformément aux prescriptions dudit décret du 20 juin 1849, auxquelles il n'est en rien dérogé.

Art. 5. Le ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera promulgué au *Bulletin officiel des actes du gouvernement de l'Algérie*, inséré au *Moniteur algérien*, et affiché, en outre, à Alger et à Mouzaïa, par les soins de l'autorité locale et aux frais de la compagnie concessionnaire.

Décret du Président de la République, en date du 1er février 1851, *qui autorise le sieur* Jean-Marie de Gr- Saline d'Arc.

MALDI, *propriétaire de la saline d'*ARC, *situé dans la commune d'*ARC *et* SENANS (Doubs), *à remplacer les cinq poêles existant dans cette saline, en vertu de l'ordonnance du* 9 *juillet* 1843, *et dont la surface totale d'évaporation est de* 375 *mètres carrés, par* 8 *poêles, présentant ensemble une surface d'évaporation de* 840 *mètres carrés.*

Bains et lavoirs publics.

Loi du 3 *février* 1851, *qui ouvre un crédit extraordinaire destiné à encourager la création d'établissements modèles pour bains et lavoirs publics* (1).

Art. 1er. Il est ouvert au ministre de l'agriculture et du commerce, sur l'exercice 1851, un crédit extraordinaire de six cent mille francs (600.000 fr.), pour encourager, dans les communes qui en feront la demande, la création d'établissements modèles pour bains et lavoirs publics gratuits ou à prix réduits.

Art. 2. Les communes qui voudront obtenir une subvention de l'État devront : 1° prendre l'engagement de pourvoir, jusqu'à concurrence des deux tiers au moins, au montant de la dépense totale ; 2° soumettre préalablement au ministère de l'agriculture et du commerce les plans et devis des établissements qu'elles se proposent de créer, ainsi que les tarifs, tant pour les bains que pour les lavoirs.

Le ministre statuera sur les demandes, et déterminera la quotité et la forme de la subvention, après avoir pris l'avis d'une commission gratuite nommée par lui.

Chaque commune ne pourra recevoir de subvention que pour un établissement, et chaque subvention ne pourra excéder vingt mille francs (20.000 fr.).

Art. 3. Les dispositions de la présente loi seront applicables, sur l'avis conforme du conseil municipal, aux bureaux de bienfaisance et autres établissements reconnus comme établissements d'utilité publique, qui satisferaient aux conditions énoncées dans les articles précédents.

---

(1) *Voir* ci-après, p. 788, la circulaire de M. le ministre de l'agriculture et du commerce, en date du 26 février 1851, relative à l'exécution de cette loi.

Art. 4. Au commencement de l'année 1852, le ministre du commerce publiera un compte rendu de l'exécution de la présente loi et de la répartition du crédit ou de la partie du crédit dont l'emploi aura été décidé dans le courant de l'année 1851.

Décret du Président de la République, en date du 21 février 1851, qui fixe le prix de vente des poudres à feu en Algérie.

Poudre de mine, etc., en Algérie.

Le Président de la République,

Vu les ordonnances des 22 juin 1831 et 4 septembre 1844 qui règlent en Algérie le prix de vente des poudres à feu provenant des manufactures de l'État;

La loi du 7 août 1850 portant fixation du budget des recettes de 1851, et contenant des dispositions relatives à la vente de la poudre de chasse dans la métropole;

Le décret présidentiel du 29 septembre 1850 (1), qui réglemente le prix de vente de la poudre de mine et de commerce extérieur à partir du 1er janvier 1851;

Sur la proposition du ministre de la guerre,

Décrète :

Art. 1er. Le prix de la vente des poudres à feu de toute espèce est fixé en Algérie ainsi qu'il suit:

	PRIX DE VENTE aux débitants.	PRIX DE VENTE aux consommateurs.
	fr.	fr.
Poudre de chasse extrafine	14.50 le kil.	15,50 le kil.
Poudre de chasse superfine	11,00	12,00
Poudre de chasse fine	8,50	9,50
Poudre de mine	2,25	2,50
Poudre de commerce extérieur	2,25	2,50

(1) *Voir* t. XVIII, 4e série des Annales des mines, p. 586.

Toutefois, la poudre de mine pourra être vendue directement, par les entreposeurs, aux consommateurs, au prix de deux francs vingt-cinq centimes le kilogramme.

Art. 2. Les présentes dispositions seront applicables, en Algérie, à partir du 1er avril 1851.

Art. 3. Le ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret, qui sera inséré au Bulletin des lois et au Bulletin des actes du gouvernement de l'Algérie.

Plombs et étains bruts.

Décret du Président de la République, en date du 25 février 1851, relatif à l'importation temporaire en franchise de droits des plombs et étains bruts (1).

Le Président de République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce,

Vu l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836,

Décrète :

Art. 1er. Les plombs bruts destinés à être affinés en France, ainsi que les plombs et étains bruts en saumons destinés à être divisés, par la fusion, en lingots de un à deux kilogrammes, pourront être admis en franchise de droits, à charge de réexportation après main-d'œuvre, lorsqu'ils seront importés, soit par terre, soit par mer sous pavillon français, ou sous le pavillon du pays de production. Dans ce dernier cas, il sera justifié de l'origine par des certificats authentiques.

Art. 2. Le bénéfice de l'admission temporaire ne sera applicable qu'aux plombs bruts qui ne contiendront pas plus de trois pour cent d'antimoine.

Les importateurs seront tenus de faire opérer, à leurs frais, par un chimiste désigné par la douane, et toutes les fois qu'elle l'exigera, une analyse ayant pour but d'établir qu'à l'entrée les plombs se trouvent dans la condition d'admission indiquée au paragraphe précédent, et qu'à la sortie les produits représentés ne renferment aucun corps étranger ; le tout sans préjudice de l'expertise légale lorsqu'il sera jugé utile d'y recourir.

Art. 3. Les importateurs s'engageront, par une soumis-

---

(1) *Voir* ci-après, p. 792, la circulaire transmissive du 7 mars 1851.

sion valablement cautionnée et sous les peines de droit, à réexporter ou à réintégrer en entrepôt, dans un délai qui ne pourra excéder trois mois, les produits de l'affinage et de la conversion en lingots.

Il ne sera alloué aucune remise pour déchet de main-d'œuvre; mais les déficits reconnus à la sortie sur les quantités soumissionnées et qui proviendront de ce déchet ne seront assujettis qu'au payement du simple droit d'entrée afférent à la matière brute

Art. 4. Dans le cas prévu par l'article 1er ci-dessus, les plombs et étains bruts ne pourront être importés, et, de même, les produits de l'affinage et de la conversion en lingots ne pourront être réexportés que par les ports d'entrepôt réel ou par les bureaux de la frontière de terre ouverts au transit.

Art. 5. Toute substitution, tout mélange, toute soustraction constatés par le service des douanes donneront lieu à l'application des pénalités et interdictions prononcées par l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836.

Art. 6. Le ministre de l'agriculture et du commerce et le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Décret du Président de la République, en date du 25 février 1851, qui accorde au sieur Claude MARGERAND, *représentant de la compagnie dite* DE LA FAVERGE, *la concession de mines de houille situées dans les communes de* CELLIEU *et* SAINT-PAUL-EN-JARRET, *arrondissement de* SAINT-ÉTIENNE (Loire). Mines de houille de la Faverge.

(EXTRAIT.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Faverge*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir du point I, borne nord-ouest de la concession de la Grand'Croix, par une ligne droite passant par le confluent du ruisseau de Dorlay, dans la rivière de Gier, et par l'angle ouest de la maison Mosnier, jusqu'au point X, où elle rencontre le ruisseau de la Faverge; cette droite IX formant limite avec les concessions de Corbeyre et du Ban ;

Au sud-ouest et au sud, à partir du point X précédent, par ledit ruisseau de la Faverge, qui borne aussi, dans une partie de son cours, la concession de la Péronnière, du côté du sud, jusqu'au point K, borne commune aux concessions de la Péronnière et de la Grand'Croix;

A l'est, à partir du point K précédent, par une ligne droite menée au point de départ I, la droite K I formant limite commune avec la concession de la Grand'Croix;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de cinquante-cinq hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une redevance en nature proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par les concessionnaires aux propriétaires des terrains sous lesquels ils exploiteront.

Cette redevance est fixée ainsi qu'il suit :

PROFONDEUR.	PUISSANCE DES COUCHES.			
	De 2 mètres et au-dessus.	De 2 mètres à 1 mètre.	De 1 mètre à 0m,50.	Au-dessous de 0m,50.
A ciel ouvert.	1/4	1/6	1/8	1/16
Par puits jusqu'à 50 mètres inclusivement.	1/6	1 9	1/12	1/24
De 50 à 100 mètres.	1/8	1/12	1/16	1/32
De 100 à 150 mètres.	1/10	1/15	1/20	1/40
De 150 à 200 mètres.	1/12	1/18	1/24	1/48
De 200 à 250 mètres.	1/14	1/21	1/28	1/56
De 250 à 300 mètres.	1/16	1/24	1/32	1/64
De 300 à 350 mètres.	1/20	1/30	1/40	1/80
De 350 à 400 mètres.	1/30	1/50	4/60	1/120
De 400 à 450 mètres.	1/50	1/75	1/100	1/200
De 450 à 500 mètres.	1/70	1/100	1/140	1/280
De 500 à 550 mètres.	1/100	1/150	1/200	1/400
De 550 à 600 mètres.	1/150	1/200	1/300	1/600
Au delà de 600 mètres.	1/200	1/300	1/400	1/800

Toutes ces fractions seront réduites d'un tiers dans le cas où les concessionnaires emploieraient la méthode d'exploitation dite *par remblais*. Néanmoins, cette réduction n'aura lieu que dans le cas où il sera reconnu que le remblai occupera la huitième partie au moins des excavations opérées, et que la méthode procurera l'enlève-

ment des cinq sixièmes au moins de la houille contenue dans chaque tranche de couche en extraction.

Le remblai s'entendra des matières transportées et disposées de manière à soutenir le toit des excavations, et non des débris détachés du toit de la couche, soit par éboulement naturel, soit artificiellement.

Art. 5. Les nombres portés dans le tarif ci-dessus, à la colonne *profondeur*, expriment les distances verticales qui existent entre le sol de chaque plan d'accrochage (ou recette) de la houille à l'intérieur de la mine et le seuil bordant à l'extérieur l'orifice du puits, soit que l'extraction s'opère par un puits vertical, soit qu'elle ait lieu par un puits incliné (ou fendue). Le cas arrivant où la tonne (ou benne) qui contient la houille serait accrochée au bas d'un plan incliné sur le prolongement d'un puits vertical, la profondeur ne sera comptée qu'à partir de la naissance du puits vertical.

Art. 6. Les puissances des couches de houille portées au tarif expriment les puissances réunies des différents lits (ou mises) de houille dont se compose une même couche, déduction faite des bancs de rochers interposés entre ces lits.

Toutefois, la déduction aura lieu seulement à l'égard des bancs ou bandes de rochers qui se seront présentés avec continuité sur une surface de 100 mètres carrés au moins, avec une épaisseur moyenne de $0^{m},10$ et au-dessus.

Art. 7. La redevance sera délivrée jour par jour en nature, à moins que les propriétaires n'aiment mieux la recevoir en argent ; dans ce cas, elle sera payée par semaine par les concessionnaires, suivant le prix courant de la houille de même qualité dans les concessions voisines.

Les propriétaires devront déclarer aux concessionnaires en quelle valeur ils veulent percevoir leur redevance, soit en nature, soit en argent, et cette déclaration sera obligatoire jusqu'à l'abandon de la couche en exploitation au moment où la déclaration a été faite.

Art. 8. Les dispositions portées aux articles 4, 5, 6 et 7 qui précèdent, seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de houille de la Faverge.

(Extrait.)

Art. 10. Dans le cas où les travaux projetés par les concessionnaires devraient s'étendre sous le ruisseau de la Faverge, ou à une distance de ses bords moindre de 1 mètre, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les ingénieurs des ponts-et-chaussées auront été entendus, et que les concessionnaires auront donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810.

Les contestations relatives à la caution ou à l'indemnité seront portées devant les tribunaux et cours, conformément au dit article.

L'arrêté du préfet qui autorisera, s'il y a lieu, les travaux, pourra ordonner aux concessionnaires les mesures qui seraient reconnues nécessaires pour prévenir les infiltrations, et de murailler solidement, ou de remblayer complétement les excavations souterraines, si la nature du sol ou le peu de profondeur de ces excavations donne lieu de craindre des affaissements.

L'autorisation pourra même être refusée s'il est reconnu que, malgré de semblables précautions, les travaux soient de nature à occasionner l'inondation de la mine.

Art. 27. Les concessionnaires laisseront sur chacune des limites de leur concession un massif intact de houille (investison) de 15 mètres d'épaisseur au moins du côté du ruisseau de la Faverge. Cette épaisseur variera avec la distance du sol : elle sera de 15 mètres pour 300 mètres de profondeur ; et au-dessous, elle augmentera de 5 mètres par 100 mètres.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura autorisé cet ouvrage et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Dans le cas où l'utilité des massifs aurait cessé, un arrêté du préfet serait nécessaire pour autoriser les concessionnaires à exploiter la partie qui leur appartiendra.

Décret du Président de la République, en date du 25 février 1851, qui accorde au sieur François-Anne-Marcel Vidal *la concession de mines de lignite situées dans la commune de la* Livinière, *arrondissement de* Saint-Pons (Hérault).

Mines de lignite de Calamiac.

(Extrait.)

Art. 2 Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Calamiac*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir ;

Au Nord, par le ruisseau de Roque-Rouquié et le ruisseau du fond de Causse, en partant de la limite qui sépare les territoires des communes de la Livinière et de Félines, au point A du plan, jusqu'au point E, où le ruisseau du fond de Causse est coupé par le prolongement d'une ligne droite FG, ligne menée du point F, où le ruisseau de Russel quitte le chemin de Félines à la Livinière, au point G, point de réunion du chemin de Trescol avec le chemin de Calamiac à Saint-Julien;

A l'Est, à partir du point E ci-dessus par la ligne droite EGF, aboutissant au point F où le ruisseau de Roussel quitte le chemin de Félines à la Livinière;

Au Sud, à partir dudit point F par le chemin de la Livinière à Félines, jusqu'à la rencontre de la limite des deux communes, au point D du plan;

A l'Ouest, à partir dudit point D, par la limite des territoires des deux communes de Félines et la Livinière jusqu'à la rencontre du ruisseau de Roque-Rouquié au point A, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés, soixante-cinq hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de douze centimes et demi par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Usine à fer, à Bergerac.

Décret du Président de la République, en date du 10 *mars* 1851, *qui rapporte le décret du* 7 *juillet* 1849, *lequel a autorisé le sieur* Rougier *à établir une usine à fer en remplacement d'un moulin à blé situé sur le ruisseau de* Candeau, *au lieu dit* Campselade, *commune de* Bergerac (Dordogne).

Lavoirs à bras, à Messigny.

Décret du Président de la République, en date du 10 *mars* 1851, *qui autorise le sieur* Fremiet *à établir trois lavoirs à bras pour la préparation du minerai de fer, près du moulin qu'il possède dans la commune de* Messigny (Côte-d'Or).

Chemins de fer. — Commissaires et sous-commissaires de surveillance administrative.

Décret du Président de la République, en date du 27 *mars* 1851 (1), *portant règlement d'administration publique sur les conditions et le mode d'avancement des commissaires et sous-commissaires de surveillance administrative des chemins de fer.*

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre des travaux publics,

Vu la loi du 15 juillet 1845, relative à la police et à la surveillance des chemins de fer en exploitation;

Vu l'arrêté du chef du pouvoir exécutif, du 29 juillet 1848, portant institution de commissaires et de sous-commissaires de surveillance administrative, chargés d'assurer, sous la direction des ingénieurs des ponts-et-chaussées et des mines, l'exécution des règlements sur la police et l'exploitation des chemins de fer;

Vu la loi du 27 février 1850, qui attribue au ministre des travaux publics la nomination des commissaires et sous-commissaires de surveillance administrative des chemins de fer, qui confère à ces agents les pouvoirs d'officier de police judiciaire, et décide (art. 2) qu'un règlement d'administration publique déterminera les conditions et le mode de nomination et d'avancement de ces agents;

Vu la loi du 5 juillet 1850 sur l'admission et l'avancement dans les fonctions publiques;

Le conseil d'État entendu,

---

(1) *Voir* ci-après, p. 801, la circulaire transmissive, en date du 8 avril 1851.

Décrète :

Art. 1er. Les commissaires de surveillance administrative des chemins de fer sont répartis en trois classes.

Les sous-commissaires forment une seule classe.

Les traitements sont fixés ainsi qu'il suit :

Commissaire de 1re classe. . . .	3,000 fr.
Commissaire de 2e classe.	2.500
Commissaire de 3e classe.	2,000
Sous-commissaire.	1,500

Art. 2. Nul ne peut être nommé sous-commissaire s'il n'est Français, âgé de vingt-cinq ans au moins, et s'il n'a été porté sur une liste d'admissibilité, dressée conformément aux dispositions des articles ci-après.

Art. 3. Des commissions d'examen pour l'admissibilité à l'emploi de sous-commissaire siégent aux lieux et aux époques qui seront déterminés, suivant les besoins du service, par arrêté du ministre des travaux publics, inséré au Moniteur un mois au moins avant le jour fixé pour l'ouverture des examens.

Art. 4. Chaque commission d'examen pour l'admissibilité à l'emploi de sous-commissaire est composée de cinq membres : un conseiller de préfecture désigné par le préfet; le procureur de la République ou un substitut désigné par lui; trois ingénieurs des corps des ponts-et-chaussées ou des mines désignés par le ministre des travaux publics.

Art. 5. Les candidats sont tenus de se faire inscrire, avant le jour de l'ouverture des examens, à la préfecture du département où se réunit la commission; ils doivent produire : 1° leur acte de naissance; 2° toutes les attestations propres à établir leurs antécédents et leur moralité.

Art. 6. Les examens sont publics.

Art. 7. Les candidats sont soumis à des épreuves écrites et à des examens oraux.

Les épreuves écrites ont pour objet de constater qu'ils ont une écriture nette et lisible, et que leur orthographe est correcte; elles consistent, en outre, en rédaction d'états, tableaux, avis, lettres, procès-verbaux ou rapports sur affaires de service.

Les examens oraux portent sur l'arithmétique et le système légal des poids et mesures; les éléments de la comp-

tabilité; la législation qui régit les chemins de fer; des notions de droit pénal et d'instruction criminelle.

Art 8. La commission dresse, par ordre de mérite, la liste des candidats admissibles.

Cette liste est transmise au ministre des travaux publics avec le procès-verbal de l'examen, l'avis des examinateurs, les compositions écrites et les attestations produites.

Art. 9. Le tiers du nombre des emplois de sous-commissaire auxquels il est pourvu chaque année est réservé aux anciens officiers et sous-officiers de terre et de mer, libérés du service ou retraités, qui satisferont d'ailleurs aux conditions de l'examen prescrit par les articles précédents.

Art. 10. Les commissaires de 1[re] et de 2[e] classe sont choisis parmi les commissaires de la classe immédiatement inférieure. Les commissaires de 3[e] classe sont choisis parmi les sous-commissaires.

Aucun avancement de grade ou de classe ne peut avoir lieu qu'après deux années, au moins, passées dans le grade ou la classe immédiatement inférieurs. Il ne peut être dérogé à cette règle qu'à défaut de candidats satisfaisant à la condition d'ancienneté ci-dessus énoncée.

Art. 11. La proportion entre les emplois de chaque classe de commissaires et les emplois de sous-commissaires est établie de la manière ci-après :

1[er] grade.	Commissaires de 1[re] classe. . .	1/8 du cadre total.
	Commissaires de 2[e] classe. . .	2/8
	Commissaires de 3[e] classe. . .	3/8
2[e] grade. .	Sous-commissaires.	2/8

Art. 12. La révocation ne peut être prononcée qu'après que le commissaire ou le sous-commissaire aura été admis à fournir ses explications.

Art. 13. Le ministre des travaux publics est chargé de l'exécution du présent décret.

Mines de fer de la Méboudja.

Arrêté du ministre de la guerre, en date du 28 mars 1851, portant retrait de la concession des mines de fer dites de la Méboudja, *situées près de Bône, province de Constantine* (Algérie).

Le ministre de la guerre,

Vu l'ordonnance du 9 novembre 1845, accordant à M. de Bassano (Hugues-Joseph-Antoine-Eugène) la concession des mines de fer de la Méboudja, situées près de Bône (province de Constantine); le plan et le cahier des charges y annexés;

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, des 31 décembre 1847 et 15 janvier 1848, faisant connaître que le concessionnaire n'a ni exécuté les travaux de reconnaissance, ni produit le projet d'exploitation prescrits par les articles 2, 3 et 5 de son cahier des charges;

L'arrêté du directeur des affaires civiles de la province de Constantine, du 12 avril 1848, fixant au concessionnaire un délai de six mois pour l'accomplissement de ces obligations, ledit arrêté notifié le 1er mai suivant;

L'arrêté ministériel du 10 novembre 1848, assignant aux concessionnaires des mines en Algérie un dernier délai de trois mois pour commencer leur exploitation « s'ils n'ont pas encore exploité, ou pour reprendre leurs travaux d'une manière régulière, s'ils les ont restreints ou suspendus, » ledit arrêté promulgué au Bulletin officiel des actes du gouvernement de l'Algérie, le 16 décembre suivant, inséré au Moniteur universel et au Moniteur algérien, notifié, en outre, à M. de Bassano par dépêche ministérielle du 31 janvier 1849;

Le nouveau rapport des ingénieurs des mines, des 1er et 23 avril 1849, et l'avis du préfet du département de Constantine, du 7 mai, desquels il résulte que M. de Bassano n'a pas repris ses travaux suspendus depuis un an, et concluant au retrait de la concession, pour cause d'inexploitation et conformément à la loi du 27 avril 1838;

Le projet de statuts présenté au conseil d'État pour la conversion en société anonyme d'une société en commandite formée en 1845 par M. de Bassano, et l'avis du comité des travaux publics et du commerce du conseil d'État, du 23 mai 1850, tendant au rejet de ce projet de société anonyme;

L'acte en date du 12 octobre 1850, par lequel les principaux créanciers de la société de Bassano et Cie se forment en société en participation;

La lettre de M. de Bassano, en date du 14 novembre 1850, par laquelle il déclare se désister en faveur

de cette société de tous ses droits à la concession des mines de la Méboudja;

Les lettres en date des 14 novembre 1850 et 31 janvier 1851, par lesquelles MM. Flury-Hérard, Drake, Ogier, de Latena et Salavy demandent que la concession de la mine de la Méboudja leur soit faite au nom de la société en participation dont ils sont administrateurs;

La lettre de M. de Bassano, en date du 31 janvier 1851, par laquelle il déclare se désister purement et simplement de ladite concession, par suite de l'impuissance où il se trouve d'exécuter les obligations qui lui sont imposées par l'acte de concession;

Les lettres de MM. Flury-Hérard, Drake, Ogier et de Latena, en date du 7 février 1851, par lesquelles ils demandent de nouveau la concession de ladite mine, comme étant devenue libre entre les mains du gouvernement, par suite de la renonciation de M. de Bassano;

Vu l'avis du comité consultatif de l'Algérie, du 5 février 1851;

Vu l'article 14 de l'ordonnance de concession, du 9 novembre 1845, ainsi conçu : « Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation » serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le directeur de l'intérieur et des travaux publics » assignera au concessionnaire un délai de rigueur qui ne » pourra excéder trois mois; faute par le concessionnaire » de justifier dans ce délai de la reprise d'une exploitation » régulière et des moyens de la continuer, il en sera » rendu compte, conformément à l'article 49, au ministre » de la guerre, qui prononcera, s'il y a lieu, le retrait de » la concession, en exécution de l'article 10 de la loi du » 27 avril 1838, et suivant les formes prescrites par l'article 6 de ladite ordonnance. »

Vu l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, les articles 6 et 10 de la loi du 27 avril 1838;

Vu l'avis du comité des travaux publics et du commerce du conseil d'État, du 7 mars 1851;

Considérant qu'il résulte des pièces ci-dessus visées qu'il est notoire que les mines de la Méboudja ont cessé d'être exploitées depuis plusieurs années, que les conditions de l'ordonnance de concession et du cahier des charges sont inexécutées, que les aveux du concessionnaire

même constatent son impuissance absolue de reprendre l'exploitation ;

Que l'intéret public exige que les travaux de ces mines soient remis en activité le plus tôt possible,

Arrête :

Article 1er. Il est fait retrait de la concession des mines de fer de la Méboudja, près de Bône (province de Constantine), en Algérie, accordée à M. H.-J.-A.-E. de Bassano par ordonnance royale du 9 novembre 1845.

Art. 2. A l expiration du délai de recours ou après la notification du décret qui confirmerait la déchéance prononcée par le présent arrêté, il sera procédé publiquement par voie administrative à l'adjudication de ladite mine, dans les formes prescrites audit article, et pour, le prix, être réparti entre qui de droit.

Art. 3. Le gouverneur général de l'Algérie est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera promulgué au Bulletin officiel des actes du gouvernement, inséré au Moniteur algérien, notifié, publié et affiché conformément à la loi, à la diligence du préfet du département de Constantine.

Droits de navigation sur les canaux de Berry et latéral à la Loire, de Digoin à Briare.

Décret du Président de la République, en date du 29 *mars* 1851, *portant que le tarif des droits de navigation perçus sur les canaux de* Berry *et latéral à la* Loire, *de* Digoin *à* Briare, *est prorogé jusqu'au* 1er *juin* 1851, *et que le même tarif continuera à être appliqué aux canaux de jonction ouverts à* Decise *et à* Fourchambault, *entre la* Loire *et le canal latéral* (1).

Écoles des mineurs de Saint-Étienne et d'Alais, etc.

Décret du Président de la République, en date du 31 *mars* 1851, *relatif aux certificats d'admission dans les Écoles spéciales, qui suppléent aux brevets de capacité pour l'enseignement primaire.*

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'instruction publique et des cultes ;

Vu l'article 25 de la loi du 15 mars 1850 sur l'enseignement ;

(1) Voir *suprà*, p. 728.

Le conseil supérieur de l'instruction publique entendu,

Décrète :

Art. 1er. Les certificats d'admission dans les écoles spéciales, qui suppléent au brevet de capacité pour l'enseignement primaire, ne peuvent être délivrés, quant à présent, que par les chefs ou directeurs des établissements ci-après désignés, savoir :

L'École normale supérieure,

L'École polytechnique,

L'École militaire de Saint-Cyr,

L'École forestière,

L'École de la marine,

L'École des mineurs de Saint-Étienne et d'Alais,

L'École des chartes.

Art. 2. Les certificats d'admission signés par les chefs d'établissements indiqueront la date de l'entrée et de la sortie de l'élève, qui devra signer également.

Les signatures seront légalisées par le maire.

Art. 3. Le ministre de l'instruction publique et des cultes est chargé de l'exécution du présent décret.

Mines de plomb, argent et autres métaux de Monistrol-d'Allier.

Décret du Président de la République, en date du 31 *mars* 1851, *qui accorde au sieur* Marie Brutus *la concession de mines de plomb, argent et autres métaux, situées dans les communes de* Monistrol d'Allier *et de* Saint-Privat d'Allier, *arrondissement du* Puy (Haute-Loire).

(Extrait.)

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Monistrol d'Allier*, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord-Est, 1° par une ligne droite menée de l'angle nord de la maison le plus à l'ouest du hameau de Douchanès, point S du plan, à l'angle ouest de l'ancienne baraque du Parisien, mais en l'arrêtant au point T, où elle rencontre la rive droite de l'Allier ; 2° par une autre ligne droite allant dudit point T au point U, où la même rive droite de l'Allier est coupée par une ligne droite dirigée de l'angle sud-ouest de la chapelle de Rochegude, sur l'ancienne croix dite de Bayle, laquelle croix est placée près

de l'intersection des chemins des Hers et de Monistrol à Champel et à Chazaloux;

Au Nord-Ouest, par une ligne droite menée dudit point U à l'angle sud-ouest d'une maison nouvellement construite près de la route départementale du Puy à Saugues et appelée la baraque de Montaure, point B du plan;

Au Sud-Ouest, 1° par une ligne droite allant dudit point B à l'angle nord-est de la maison le plus au nord-est du hameau de la Borie, point X du plan; 2° par une autre ligne droite menée du point X au point Y, où l'axe du ruisseau de la Paire est coupé par une ligne droite qui joint l'angle sud-ouest de la chapelle Saint-Étienne et l'angle saillant d'un champ appelé Gastefer, appartenant au sieur Claude Ancette de la Borie : ce dernier angle se trouvant sur la limite séparative des communes de Monistrol d'Allier et de Saint-Prejet d'Allier, et étant déterminé par une grosse roche sur laquelle est gravée une croix:

Au Sud-Est, 1° par la portion de ladite ligne droite qui se trouve comprise entre ledit point Y et le point Z, où cette ligne rencontre l'axe du chemin des Chastres à Douchanès; 2° par une autre ligne allant dudit point Z à l'angle nord de la maison le plus à l'ouest du hameau de Douchanès, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de neuf kilomètres carrés, huit hectares.

Art. 4. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les art. 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rente annuelle de cinq centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession des mines de plomb, argent et autres métaux de MONISTROL D'ALLIER.

Art. 7. Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous le village de Monistrol, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rap-

port des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portés devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

Usine à fer, à Montluçon.

Décret du Président de la République, en date du 31 *mars* 1851, *qui autorise les sieurs* BOUGUERET, MARTENOT et Cie, *à établir une usine à fer sur la rive gauche du* CHER, *près le canal de* BERRY, *commune de* MONTLUÇON (Allier).

Cette usine, dite de Saint-Jacques, sera composée de quatre hauts-fourneaux roulant au coke, et des machines et artifices nécessaires au jeu de la soufflerie.

Haut-fourneau, à Chamarandes.

Décret du Président de la République, en date du 31 *mars* 1851, *qui autorise le sieur* BOURLON DE ROUVRE *à établir un haut-fourneau destiné à la fabrication de la fonte de fer, sur la tête d'eau des foulons dits* DE LA ROCHE, *dont il est propriétaire sur la rivière de la* MARNE, *commune de* CHAMARANDES (Haute-Marne).

Patouillet, à Créancey.

Décret du Président de la République, en date du 31 *mars* 1851, *qui autorise les sieurs* BOUGUERET, MARTENOT et Cie, *à maintenir en activité le patouillet à deux huches qu'ils ont établi pour la préparation du minerai de fer au lieu dit* LA FONTAINE HANNAIRE, *commune de* CRÉANCEY (Haute-Marne).

Service des mines, etc. en Algérie.

Arrêté du ministre de la guerre, en date du 4 avril 1851, étendant à divers services le bénéfice du décret du 4 décembre 1849, lequel accorde des primes aux employés de

l'administration civile, qui justifieront de la connaissance de la langue arabe.

Le Président de la République,
Vu le décret du 4 décembre 1849,
Sur le rapport du ministre de la guerre,
Décrète :

Art. 1er. Le bénéfice du décret du 4 décembre 1849, qui accorde des primes aux employés de l'administration civile proprement dite (secrétariat général du gouvernement, préfectures, sous-préfectures, commissariats civils), qui justifieront de la connaissance de la langue arabe, est étendu aux agents des services ci-après désignés : service des domaines, service des forêts, service des contributions diverses, service des poids et mesures, service des mines, service des opérations typographiques, inspecteurs de colonisation, service de la police rétribué sur les fonds du budget local et municipal.

Art. 2. Le ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret.

Loi du 7 avril 1851, *relative à la délimitation de la zone frontière et à la compétence de la commission mixte des travaux publics.* **Travaux mixtes.**

Art. 1er. La zone frontière dans l'étendue de laquelle ne peuvent s'exécuter les travaux spécifiés par l'article 6 de la loi du 19 janvier 1791 et par le décret du 22 décembre 1812 (1), qu'autant que les projets en ont été soumis à l'examen préalable d'une commission mixte des travaux publics, sera déterminée par un règlement d'administration publique, accompagné d'un plan délimitatif désignant les départements, arrondissements, communes et portions de communes compris dans ladite zone.

Art. 2. Cette zone comprendra des portions de territoire réservées, dans lesquelles les lois, décrets et règlements relatifs aux travaux mixtes continueront d'être appliqués aux chemins vicinaux de toutes classes ; mais ces

(1) IVe série du Bulletin des lois, bull. 450, n° 8418.

chemins pourront, à l'avenir, s'exécuter librement dans tout le reste de la frontière.

Art. 3. Le règlement d'administration publique déterminant l'étendue de la zone frontière et des portions de territoire réservées sera rendu dans le délai d'un an, à partir du jour de la promulgation de la présente loi.

Ce règlement réunira en les coordonnant et les modifiant au besoin, les dispositions relatives aux travaux mixtes de l'État, des départements et des communes, dans l'étendue de la zone frontière et dans le rayon des enceintes fortifiées.

Art. 4. La zone frontière établie conformément aux dispositions de l'article 1er, et les portions de territoire réservés en vertu de l'article 2 pourront être réduites par un décret du pouvoir exécutif; mais une fois réduites, elles ne pourront être étendues que dans les formes prescrites par l'article 1er et sur l'avis d'une commission de défense.

Art. 5. A l'avenir, la commission mixte des travaux publics sera composée ainsi qu'il suit :

Quatre conseillers d'État, dont un président de la commission ;

Deux inspecteurs généraux du génie militaire ;

Un inspecteur général de l'artillerie ;

Deux inspecteurs généraux des autres armes ;

Deux inspecteurs généraux des ponts-et-chaussées ;

Un officier général de la marine ;

Un inspecteur général, membre du conseil des travaux maritimes ;

Un secrétaire archiviste.

Le président et les membres seront nommés par le Président de la République, sur la présentation des ministres secrétaires d'État de la justice, de la guerre, des travaux publics et de la marine.

Les secrétaires des comités du génie et de l'artillerie, du conseil d'amirauté, du conseil des travaux de la marine et du conseil général des ponts-et-chaussées, assisteront aux séances de la commission, mais n'auront pas voix délibérative.

Art. 6. Les contraventions aux lois et ordonnances sur les travaux mixtes seront constatées par procès-verbaux dressés par les gardes du génie.

Art. 7. Dans le cas où, nonobstant la notification faite

par les gardes du génie des procès-verbaux de contravention, les contrevenants ne rétabliraient pas l'ancien état des lieux dans le délai qui leur sera fixé, l'autorité militaire transmettra les procès-verbaux au préfet du département. Le conseil de préfecture statuera, après les vérifications qui pourront être jugées nécessaires.

Toutefois si, après la notification faite en vertu du présent article, les contrevenants poursuivent leur infraction, le conseil de préfecture ordonnera sur-le-champ la suspension des travaux, et l'autorité militaire sera chargée d'assurer cette suspension.

Art. 8. Tout jugement de condamnation rendu en exécution de l'article précédent fixera le délai dans lequel le contrevenant sera tenu de rétablir à ses frais l'ancien état des lieux.

Il sera notifié à la partie intéressée, par les gardes du génie, avec sommation d'exécuter, faute de quoi il y sera procédé d'office.

A défaut d'exécution après l'expiration des délais, les travaux seront faits par l'autorité militaire.

Le compte des dépenses sera transmis par le directeur des fortifications au préfet du département, qui l'arrêtera et en fera poursuivre le recouvrement, conformément à la loi du 19 mai 1802.

Art. 9. Les actions pour contravention à la présente loi ne pourront être exercées après l'expiration de l'année qui suivra la date du procès-verbal de réception des travaux. Ce délai passé, elles seront éteintes.

Art. 10. Les dispositions contraires à la présente loi sont abrogées.

Décret du Président de la République, en date du 25 avril 1851; qui accorde aux sieurs Bouguenet, Martenot et C[ie], *gérants de la société des forges de* Chatillon *et* Commentry; *la concession d'une mine de fer située dans les communes de* Latrecey (Hte-Marne) *et de* Veuxaulles (Côte-d'Or). Mine de fer de Creux-de-Fée.

(Extrait.)

Cette concession, qui prendra le nom de concession de

Creux-de-Fée, est limitée, conformément au plan annexé au présent décret, ainsi qu'il suit, savoir :

Au Nord, à partir du point A où le bord occidental du chemin de Veuxaulles à Latrecey rencontre le sentier des Folies, par une ligne droite A*n*B s'alignant sur la borne n° 93 située à la limite des communes d'Ormoy et de Latrecey, ladite droite étant comptée seulement jusqu'au point *n*, distant de 100 mètres du point B, bord occidental du chemin dit la voie de Fée;

A l'Est, à partir du point *n* ci-dessus désigné, 1° par une ligne droite menée au point T situé à 40 mètres du bord oriental du puits de recherche marqué au point *d* sur le plan, cette distance étant comptée dans la direction de l'Ouest à l'Est; 2° par une ligne droite joignant le point T ci-dessus défini au point C, et prolongée jusqu'en U à la rencontre d'une autre ligne droite dirigée dudit point C (jonction du chemin dit Voie de Fée avec celui qui va de la ferme de Fée à Boudreville) sur la borne n° 93;

Au Sud, à partir du point C par une portion de cette dernière droite, portion se terminant à la rencontre du bord occidental du chemin de Veuxaulles à Latrecey, point D du plan;

A l'Ouest, à partir du point D par le bord occidental dudit chemin de Veuxaulles à Latrecey, jusqu'au point A, point de départ;

Lesdites limites comprenant une étendue superficielle de soixante-douze hectares.

Art. 5. Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés : 1° à une rétribution de 10 centimes par hectare pour tous les terrains compris dans l'étendue de la concession; 2° à une rétribution proportionnelle aux produits de l'extraction, laquelle sera payée par les concessionnaires aux propriétaires des terrains sous lesquels ils exploiteront, et est fixée à vingt centimes (o fr. 20 c.) par mètre cube de minerai brut extrait et mesuré en sortant de la mine.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

Cahier des charges de la concession de la mine de fer de Creux-de-Fér.

(Extrait.)

Art. 17. Les concessionnaires seront tenus de fournir, autant que des exploitations convenablement développées pourront le permettre, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale.

Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du 21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

Art. 18. En cas de contestation entre plusieurs maîtres de forges relativement à leurs approvisionnements en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

Art. 31. Les concessionnaires ne pourront établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de leurs mines, qu'après avoir obtenu une permission à cet effet dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Décret du Président de la République, en date du 28 avril 1851 (1), qui modifie le tarif de sortie pour les chevaux et pour le plâtre préparé.

Tarif de sortie. — Plâtre préparé, etc.

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce;

Vu l'article 34 de la loi du 17 décembre 1814,

Décrète :

Art. 1er. Le tarif de sortie est modifié et établi ainsi qu'il suit :

Chevaux de toute espèce.	Exempts.
Plâtre préparé, soit moulé, soit calciné. .	0f,01 par 100 kilog.

Art. 2. Le ministre de l'agriculture et du commerce et

(1) *Voir* ci-après, p. 807, la circulaire transmissive du 10 mai 1851.

le ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent décret.

Minières d'Audun-le-Tiche et d'Aumetz.

Décision du Ministre des travaux publics, en date du 7 mai 1851, *relative aux minières dites* d'Audun-le-Tiche *et* d'Aumetz (Moselle).

I. Les minières dites d'Audun-le-Tiche et d'Aumetz, tant celles qui sont situées dans les terrains communaux que celles qui se trouvent dans des terrains appartenant à des particuliers, cesseront, à compter de ce jour, d'être regardées comme formant un cantonnement distinct des autres minières de la contrée.

II. Lesdites minières pourront être exploitées, soit par les propriétaires du sol, soit par les maîtres de forges du voisinage dûment autorisés, le tout sous l'exécution des formalités et conditions prescrites dans les sections I et II du titre VII de la loi du 21 avril 1810.

III. Le préfet aura particulièrement égard, dans l'application de l'article 64 de ladite loi, aux besoins du département de la guerre.

IV. Les minières communales d'Aumetz, d'Audun-le-Tiche et d'Ottange, demeureront sous la direction spéciale des ingénieurs des mines et sous la surveillance journalière du garde-mines d'Aumetz.

Avances aux ouvriers par les patrons.

Loi du 14 *mai* 1851 (1), *qui modifie l'arrêté du* 9 *frimaire an XII, en ce qui concerne les avances aux ouvriers.*

Art. 1er. Les articles 7, 8 et 9 de l'arrêté du 9 frimaire an XII (2) sont modifiés ainsi qu'il suit.

Art. 2. L'ouvrier qui a terminé et livré l'ouvrage qu'il s'était engagé à faire pour le patron, qui a travaillé pour lui pendant le temps réglé, soit par le contrat de louage, soit par l'usage des lieux, ou à qui le patron refuse de l'ouvrage ou son salaire, a le droit d'exiger la remise de

(1) *V.* ci-après, page 808, la circulaire du ministre de l'agriculture et du commerce, en date du 14 juin 1851, relative à l'exécution de cette loi.

(2) IIIe série du Bulletin des lois, bull. 326, n° 3378.

son livret et la délivrance de son congé, lors même qu'il n'a pas acquitté les avances qu'il a reçues.

Art. 3. De son côté, le patron qui exécute les conventions arrêtées entre lui et l'ouvrier, a le droit de retenir le livret de celui-ci jusqu'à ce que le travail objet de ces conventions soit terminé et livré, à moins que l'ouvrier, par des causes indépendantes de sa volonté, ne se trouve dans l'impossibilité de travailler ou de remplir les conditions de son contrat.

Art. 4. Les avances faites par le patron à l'ouvrier ne peuvent être inscrites sur le livret de celui-ci, et ne sont remboursables. au moyen de la retenue, que jusqu'à concurrence de trente francs.

Art. 5. La retenue sera du dixième du salaire journalier de l'ouvrier.

Art. 6. Les articles 7, 8 et 9 de l'arrêté du 9 frimaire an XII, continueront néanmoins à recevoir leur exécution pour le montant des avances dues par les ouvriers à leurs patrons antérieurement à la promulgation de la présente loi, sans que, en aucun cas, les livrets puissent être retenus pour assurer le remboursement de ces avances, ou que les patrons puissent se refuser à le recevoir en argent.

A cet effet, le montant de ces avances sera arrêté et inscrit sur le livret de l'ouvrier. L'inscription ainsi faite sera légalisée par le président du conseil des prud'hommes, ou, à son défaut, par le juge de paix, dans le délai de deux mois, à partir de la promulgation de la présente loi.

Toutes les avances qui n'auront pas été constatées suivant les formes et dans les délais énoncés dans le paragraphe précédent, seront soumises au droit commun.

Art. 7. Les contestations qui pourraient s'élever relativement à la délivrance des congés ou à la rétention des livrets seront jugées par les conseils des prud'hommes, et, dans les lieux où ces tribunaux ne sont pas établis, par les juges de paix, en se conformant aux règles de compétence et de procédure prescrites par les lois, décrets, ordonnances et règlements.

Art. 8. Les juges de paix prononceront, les parties présentes ou appelées par voie de simple avertissement. La décision sera exécutoire sur minute et sans aucun délai.

Durée du travail dans les manufactures et usines.

***Décret du Président de la République, en date du 17 mai 1851, qui apporte des exceptions à l'art. 1er de la loi du 9 septembre 1848, sur la durée du travail dans les Manufactures et Usines* (1).**

Le Président de la République,

Sur le rapport du ministre de l'agriculture et du commerce;

Vu l'article 2 de la loi du 9 septembre 1848, sur la durée du travail dans les manufactures et usines ;

Le Conseil d'État entendu,

Décrète ce qui suit :

Art. 1er. Ne sont point compris dans la limite de durée du travail fixée par la loi du 9 septembre 1848, les travaux industriels ci-après déterminés :

Travail des ouvriers employés à la conduite des fourneaux, étuves, sècheries ou chaudières à débouillir, lessiver ou aviver;

Travail des chauffeurs attachés au service des machines à vapeur, des ouvriers employés à allumer les feux avant l'ouverture des ateliers, des gardiens de nuit;

Travaux de décatissage;

Fabrication et dessication de la colle forte;

Chauffage dans les fabriques de savon;

Mouture des grains;

Imprimeries typographiques et imprimeries lithographiques; fonte, affinage, étamage, galvanisation des métaux, fabrication de projectiles de guerre;

Art. 2. Sont également exceptés de la disposition de l'article 1er de la loi du 9 septembre 1848 :

1° Le nettoiement des machines à la fin de la journée;

2° Les travaux que rendent immédiatement nécessaires un accident arrivé à un moteur, à une chaudière, à l'outillage ou au bâtiment même d'une usine, ou tout autre cas de force majeure.

Art. 3. La durée du travail effectif peut être prolongée au delà de la limite légale :

1° D'une heure à la fin de la journée de travail, pour le

(2) *Voir* cette loi et la circulaire relative à son exécution, dans l tome XIV, 4e série des Annales des mines, p. 535 et 622.

lavage et l'étendage des étoffes dans les teintureries, blanchisseries, et dans les fabriques d'indiennes;

2° De deux heures dans les fabriques et raffineries de sucre, et dans les fabriques de produits chimiques;

3° De deux heures, pendant cent vingt jours ouvrables par année, au choix des chefs d'établissement, dans les usines de teinturerie, d'imprimerie sur étoffes, d'apprêt d'étoffes et de pressage.

Art. 4. Tout chef d'usine ou de manufacture qui voudra user des exceptions autorisées par le dernier paragraphe de l'art. 3, sera tenu de faire savoir préalablement au préfet, par l'intermédiaire du maire, qui donnera récépissé de la déclaration, les jours pendant lesquels il se propose de donner au travail une durée exceptionnelle.

Décret du Président de la République, en date du 28 *mai* 1851, *portant que le tarif des droits de navigation perçus sur les canaux de* BERRY *et* LATÉRAL *à la Loire, de Digoin à Briare, est prorogé jusqu'au* 1er *août* 1851, *et que le même tarif continuera à être appliqué aux canaux de jonction ouverts à Decize et à Fourchambault, entre la Loire et le canal latéral* (1).

Droits de navigation sur les canaux de Berry et latéral à la Loire, de Digoin à Briare.

Décret du Président de la République, en date du 29 *mai* 1851, *qui accorde aux propriétaires des mines de cuivre et de fer de* MOUZAÏA (province d'Alger) *l'autorisation d'exporter directement d'Algérie à l'étranger, des minerais de cuivre provenant de leur exploitation.*

Mines de cuivre et de fer de Mouzaïa.

Le Président de la République,

Vu le décret présidentiel du 20 juin 1849, autorisant pendant un an la compagnie propriétaire des mines de cuivre et de fer de Mouzaïa (province d'Alger) à exporter directement d'Algérie à l'étranger jusqu'à concurrence de deux mille tonnes (2,000) de minerais de cuivre provenant de son exploitation;

Les décrets présidentiels des 30 août 1850 et 29 jan-

---

(1) Voir *suprà*, p. 728 et 753.

vier 1851 (1), prorogeant cette autorisation, le premier pour trois mois, le second pour une année;

La demande de la compagnie de Mouzaïa, tendant à obtenir l'autorisation d'exporter, en outre, quatre mille autres tonnes (4,000) de minerais de cuivre provenant de son exploitation, pendant les années 1852, 1853 et 1854;

L'avis conforme émis par les départements de l'agriculture et du commerce, des travaux publics et des finances;

Vu la loi sur le régime commercial de l'Algérie, du 11 janvier 1851;

Sur le rapport du ministre de la guerre,

Décrète :

Art. 1er. L'autorisation d'exporter directement d'Algérie à l'étranger jusqu'à concurrence de quatre mille tonnes (4,000) de minerais de cuivre provenant des mines de Mouzaïa (province d'Alger), est accordée aux propriétaires de ces mines.

Cette exportation de 4,000 tonnes devra être répartie sur les années 1852, 1853 et 1854, et être terminée à la fin de cette dernière année.

Art. 2. La compagnie de Mouzaïa ne pourra jouir du bénéfice de la présente autorisation qu'après qu'elle aura préalablement justifié d'un approvisionnement annuel de 1,000 tonnes de minerais de cuivre au moins dans l'usine de Caronte (département des Bouches-du-Rhône).

Art. 3. Dans le cas où le roulement de cette usine viendrait à être compromis faute de minerais pour l'alimenter, ainsi qu'il est dit à l'article ci-dessus, la présente autorisation pourra être retirée. Il en sera de même en cas d'inexécution des obligations imposées aux permissionnaires par le décret du 20 juin 1849

Art. 4. La compagnie de Mouzaïa devra adresser au préfet d'Alger, avant la fin de chacune des années 1852, 1853 et 1854, un mémoire faisant connaître la quantité de minerais exportée et les résultats de l'exportation, tant en ce qui concerne les sommes provenant de la vente que leur emploi, conformément aux prescriptions dudit décret du 20 juin 1849, auxquelles il n'est en rien derogé.

Art. 5. Le ministre de la guerre est chargé de l'exécution du présent décret qui sera promulgué au Bulletin

---

(1) Voir *suprà*, p. 738.

officiel des actes du gouvernement de l'Algérie, inséré au *Moniteur algérien* et affiché, en outre, à Alger et à Mouzaïa par les soins de l'autorité locale, et aux frais de ladite compagnie concessionnaire.

Décret du Président de la République, en date du 30 mai 1851, qui autorise les sieurs ADAM *et* HUIN *à établir une usine à fer au lieu dit* LE BAS-DES-CRASSÉES, *commune de* SAINT-DIZIER, *arrondissement de* VASSY (Haute-Marne). Usine à fer, à Saint-Dizier.

Cette usine est et demeurera composée ainsi qu'il suit, savoir :

1° Douze fours à puddler ;

2° Six fours à réchauffer ;

3° Deux affineries au charbon de bois ;

4° Les machines de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication du fer en barres de divers échantillons ainsi que les souffleries.

Décret du Président de la République, en date du 30 mai 1851, qui autorise le sieur Rodolphe-Édouard PARAVICINI, *1° à maintenir en activité le haut-fourneau et le foyer d'affinerie qu'il possède sur le ruisseau de* LA LUCELLE, *commune de* LUCELLE (Haut Rhin) ; *2° à établir auprès de ces ateliers un second foyer d'affinerie, un feu de chaufferie, un cubilot et toutes les machines soufflantes et de compression nécessaires au roulement de l'usine.* Haut-fourneau, foyers d'affinerie, etc. à Lucelle.

Décret du Président de la République, en date du 30 mai 1851, qui autorise les héritiers GENDARME ou leurs ayants cause *à maintenir en activité l'usine à fer dite* LA FORGE DE VRIGNES-AUX-BOIS *qu'ils possèdent sur le ruisseau de la* VRIGNE, *au point de jonction de ce ruisseau avec celui de la* CLAIRE, *commune de* VRIGNES-AUX-BOIS (Ardennes). Forge de Vrignes-aux-Bois.

La consistance de cette usine est et demeurera déterminée ainsi qu'il suit, savoir :

1° Un haut-fourneau au charbon de bois;
2° Un foyer d'affinerie au charbon de bois;
3° Deux fours à puddler à la houille;
4° Deux bocards à crasses;
5° Les machines soufflantes et les appareils nécessaires à la compression et à l'étirage du fer en barres, ainsi qu'au polissage des objets en fonte moulée.
6° Une scierie.

Forge de Saint-Pierre, à Lucelle.

Décret du Président de la République, en date du 30 *mai* 1851, *qui autorise le sieur* Rodolphe-Édouard PARAVICINI, 1° *à maintenir en activité les deux feux de chaufferie qu'il possède sur le ruisseau de* LA LUCELLE, *commune de* LUCELLE (Haut-Rhin); 2° *à ajouter à cette usine, désignée sous le nom de* FORGE DE SAINT-PIERRE, *deux foyers d'affinerie et toutes les machines soufflantes et de compression nécessaires au roulement de l'établissement.*

Tréfilerie de Lucelle.

Décret du Président de la République, en date du 30 *mai* 1851, *qui autorise le sieur* Rodolphe-Édouard PARAVICINI, *à maintenir en activité la tréfilerie dite de* LUCELLE, *qu'il possède sur le ruisseau de* LA LUCELLE, *dans la commune de* LUCELLE (Haut-Rhin).

Algérie. — Constitution de la propriété. Mines et minières; lacs salés, cours d'eau, sources, etc.

Loi du 16 *juin* 1851, *sur la constitution de la propriété en Algérie.*

L'assemblée nationale a adopté la loi dont la teneur suit :

TITRE PREMIER.

DU DOMAINE NATIONAL EN ALGÉRIE.

Art. 1er. Le domaine national comprend le domaine public et le domaine de l'État.

Art. 2. Le domaine public se compose :

1° Des biens de toute nature que le Code civil et les lois générales de la France déclarent non susceptibles de propriété privée;

2° Des canaux d'irrigation, de navigation et de dessé-

chement exécutés par l'État, ou pour son compte, dans un but d'utilité publique, et des dépendances de ces canaux; des aqueducs et des puits à l'usage du public;

3° Des lacs salés, des cours d'eau de toutes sortes et des sources.

Néanmoins sont reconnus et maintenus, tels qu'ils existent, les droits privés de propriété, d'usufruit ou d'usage légalement acquis antérieurement à la promulgation de la présente loi sur les lacs salés, les cours d'eau et les sources; et les tribunaux ordinaires restent seuls juges des contestations qui peuvent s'élever sur ces droits.

Art. 3. L'exploitation et la jouissance des canaux, lacs et sources, pourront être concédées par l'État, dans le cas, suivant les formes et aux conditions qui seront déterminés par un règlement d'administration publique.

Art 4. Le domaine de l'État se compose :

1° Des biens qui, en France, sont dévolus à l'État, soit par les articles 33, 539, 541, 713, 723 du Code civil, et par la législation sur les épaves, soit par suite de déshérence, en vertu de l'article 768 du Code civil, en ce qui concerne les Français et les étrangers, et en vertu du droit musulman en ce qui concerne les indigènes;

2° Des biens et droits mobiliers et immobiliers provenant du beylick, et de tous autres réunis au domaine par des arrêtés ou ordonnances rendus antérieurement à la promulgation de la présente loi;

3° Des biens séquestrés qui auront été réunis au domaine de l'État dans le cas et suivant les formes prévus par l'ordonnance du 31 octobre 1845;

4° Des bois et forêts, sous la réserve des droits de propriété et d'usage régulièrement acquis avant la promulgation de la présente loi.

Des règlements d'administration publique détermineront le mode d'exercice des droits d'usage.

Art. 5. Les mines et minières sont régies par la législation générale de la France.

Art. 6. Les biens dépendants du domaine de l'État pourront être aliénés, échangés, concédés, donnés à bail ou affectés à des services publics, dans les formes et aux conditions qui seront ultérieurement déterminées par la loi.

Art. 7. Chaque année le ministre rend compte à l'as-

semblée législative de l'état du domaine national en Algérie, et lui fait connaître le nombre, la nature et l'importance des immeubles aliénés, affectés à des services publics ou concédés.

TITRE II.

DU DOMAINE DÉPARTEMENTAL ET DU DOMAINE COMMUNAL.

Art. 8. Le domaine départemental se compose :

1° Des édifices et bâtiments domaniaux qui sont ou seront affectés aux différents services de l'administration départementale ;

2° Des biens meubles et immeubles, et des droits attribués aux départements par la législation générale de la France.

Art. 9. Le domaine communal se compose :

1° Des édifices et bâtiments domaniaux qui sont ou seront affectés aux services de l'administration communale ;

2° Des biens déclarés biens communaux et des droits conférés aux communes par la législation générale de la France ;

3° Des biens et des dotations qui sont ou qui pourront être attribués aux communes par la législation spéciale de l'Algérie.

TITRE III.

DE LA PROPRIÉTÉ PRIVÉE.

Art. 10. La propriété est inviolable, sans distinction, entre les possesseurs indigènes et les possesseurs français ou autres.

Art. 11. Sont reconnus tels qu'ils existaient au moment de la conquête, ou tels qu'ils ont été maintenus, réglés ou constitués postérieurement par le gouvernement français, les droits de propriété et de jouissance appartenant aux particuliers, aux tribus et aux fractions de tribus.

Art. 12. Sont validées vis-à-vis de l'État les acquisitions d'immeubles en territoire civil faites plus de deux années avant la promulgation de la présente loi, et à l'égard desquelles aucune action en revendication n'a été intentée par le domaine.

Les actions en revendication d'immeubles acquis dans le cours des deux années antérieures à la promulgation de la présente loi devront, sous peine de déchéance, être intentées par le domaine dans le délai de deux ans, à partir de ladite promulgation.

Les deux paragraphes précédents sont applicables aux domaines acquis en territoire militaire avec autorisation du gouvernement.

Art. 13. Les actions immobilières intentées par le domaine ou contre lui seront, en territoire civil, portées devant le tribunal civil de la situation des biens, et quand il s'agira de biens situés en territoire militaire, elles seront portées devant celui des tribunaux civils de la province qui en sera le plus rapproché.

Art. 14. Chacun a le droit de jouir et de disposer de sa propriété de la manière la plus absolue, en se conformant à la loi.

Néanmoins aucun droit de propriété ou de jouissance portant sur le sol du territoire d'une tribu ne pourra être aliéné au profit de personnes étrangères à la tribu.

A l'État seul est réservée la faculté d'acquérir ces droits dans l'intérêt des services publics ou de la colonisation, et de les rendre, en tout ou en partie, susceptibles de libre transmission.

Art. 15. Sont nulles de plein droit, même entre les parties contractantes, toutes aliénations ou acquisitions faites contrairement à la prohibition portée au § 2 de l'article précédent.

La nullité en sera poursuivie, soit par les parties directement, soit d'office, à la requête de l'administration supérieure ou du ministère public, devant le tribunal de la la situation des biens.

Les notaires ou autres officiers publics qui auront prêté leur ministère pour des aliénations ou acquisitions de cette nature seront, suivant la gravité des cas, suspendus ou révoqués, sans préjudice, s'il y a lieu, de dommages-intérêts envers les parties.

Art. 16. Les transmissions de biens de musulman à musulman continueront à être régies par la loi musulmane.

Entre toutes autres personnes, elles seront régies par le Code civil.

Art. 17. Aucun acte translatif de la propriété d'un immeuble appartenant à un musulman au profit d'une autre personne qu'un musulman, ne pourra être attaqué pour cause d'inaliénabilité fondée sur la loi musulmane.

Toutefois, dans le cas de transmission par un musulman à toute autre personne d'une portion d'immeuble indivis entre le vendeur et d'autres musulmans, l'action en retrait connue sous le nom de *droit de Cheffa* dans la loi musulmane, pourra être accueillie par la justice française, et le retrait être autorisé ou refusé, selon la nature de l'immeuble et les circonstances.

TITRE IV.

DE L'EXPROPRIATION ET DE L'OCCUPATION TEMPORAIRE POUR CAUSE D'UTILITÉ PUBLIQUE.

Art. 18. L'État ne peut exiger le sacrifice des propriétés ou des droits de jouissance reconnus par les articles 10, 11 et 12 de la présente loi, que pour cause d'utilité publique légalement constatée et moyennant le payement ou la consignation d'une juste et préalable indemnité.

Art. 19. L'expropriation peut être prononcée pour les causes suivantes :

Pour la fondation des villes, villages ou hameaux, ou pour l'agrandissement de leur enceinte ou de leur territoire;

Pour l'établissement des ouvrages de défense et des lieux de campement des troupes;

Pour l'établissement de fontaines, d'aqueducs, d'abreuvoirs;

Pour l'ouverture des routes, chemins, canaux de desséchement, de navigation ou d'irrigation, et l'établissement de moulins à farine;

Pour toutes les autres causes prévues et déterminées par la loi française.

Art. 20. Il sera toujours tenu compte, dans le règlement des indemnités, de la plus-value résultant de l'exécution des travaux pour la partie de l'immeuble qui n'aura pas été atteinte par l'expropriation.

La plus-value pourra être admise jusqu'à concurrence du montant total de l'indemnité, et, dans aucun cas, elle ne pourra motiver le payement d'une soulte par le propriétaire exproprié.

Art. 21. Jusqu'à ce qu'une loi en ait autrement décidé, l'ordonnance du 1er octobre 1844 continuera à être exécutée en ce qui touche les formes à suivre en matière d'expropriation ou d'occupation temporaire pour cause d'utilité publique, et sera appliquée dans les territoires militaires comme dans les territoires civils.

TITRE V.

DISPOSITIONS GÉNÉRALES.

Art. 22. Continueront à être exécutés :

1° Les dispositions de l'ordonnance du 21 juillet 1846, relatives à la vérification des titres de propriété, jusqu'à l'achèvement des opérations actuellement commencées;

2° L'ordonnance du 31 octobre 1845, relative au séquestre des biens appartenant à des indigènes, jusqu'à ce qu'une loi en ait autrement ordonné

Art. 23. Sont abrogés, en tout ce qu'ils ont de contraire à la présente loi, les ordonnances, arrêtés et règlements antérieurs relatifs au domaine national, au domaine départemental, au domaine communal et à la propriété privée en Algérie, notamment les dispositions de ces ordonnances, arrêtés et règlements qui s'appliquent aux terres incultes et aux marais.

CIRCULAIRES ET INSTRUCTIONS

ADRESSÉES A MM. LES PRÉFETS, A MM. LES INGÉNIEURS DES MINES, ETC.

PREMIER SEMESTRE DE 1851.

Tournées de 1851.

A M. ingénieur des mines.

Paris, le 11 janvier 1851.

Monsieur, par la circulaire du 20 décembre 1835, MM. les ingénieurs des mines ont été invités à transmettre à l'administration, chaque année au 20 janvier, les projets des tournées à effectuer dans le courant de la campagne.

Le moment de présenter les itinéraires de 1851 approche, et je vous prie de vous occuper de la rédaction de celui qui concerne le service dont vous êtes chargé, de manière à ce que l'envoi puisse m'en être fait sans retard.

Les projets de MM. les ingénieurs ordinaires devront me parvenir par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef. Je me réfère, au surplus, aux instructions contenues dans la circulaire précitée et dans celles des 24 janvier 1834, 15 janvier 1847 et 19 janvier 1850.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Pour le ministre et par autorisation :
Le chef de la division des mines,
DE BOUREUILLE.

Carbonate de baryte natif. — Transmission du décret du 14 janvier 1851, qui en modifie la tarification.

A M.

Paris, le 24 janvier 1851.

Je transmets avec la présente un décret du 14 de ce mois (1), qui autorise l'admission en franchise du carbo-

(1) *Voir* le décret à sa date (14 janvier 1851), *suprà*, p. 735.

nate de baryte natif importé par navires français, et qui fixe à 2 francs par 100 kilogrammes le droit applicable à l'importation de ce produit, soit par navires étrangers, soit par terre.

Les directeurs sont priés d'informer de cette disposition le service et le commerce.

Le décret dont il s'agit a été inséré au Bulletin des lois du 23, n° 344. Il aura son effet dans les délais rappelés à la page 361 du Tarif officiel.

Le directeur de l'administration des douanes.
Th^re Gréterin.

A M.

Paris, le 20 janvier 1851.

Algérie. — Transmission de la loi du 11 janvier 1851, qui rend applicable, en Algérie, la législation de la métropole.

L'Algérie avait jusqu'à présent son tarif particulier. Dans ses rapports commerciaux avec la France, elle etait assimilée aux pays étrangers. Quelques-uns de ses produits seulement obtenaient dans nos ports un traitement de faveur.

En vertu de la loi du 11 janvier courant (1), dont je transmets une ampliation avec la présente, le tarif et la législation des douanes métropolitaines deviennent généralement applicables dans nos possessions d'Afrique. L'Algérie formera une sorte d'annexe commerciale de la France; elle trouvera dans la métropole, en exemption de toute taxe, le débouché des produits qu'elle est en mesure de fournir; sauf quelques exceptions, elle ne recevra les produits étrangers que sous le payement des droits exigibles en France. J'indique sommairement ci-après l'ensemble des dispositions qui ont été établies par la loi du 11 janvier 1851, ou qui résultent des articles maintenus de l'ordonnance du 16 décembre 1843 et de la loi du 9 juin 1845, par lesquelles le régime douanier de l'Algérie avait été constitué précédemment.

Importation, en France, des produits algériens.

L'article 1er de la loi du 11 janvier 1851 autorise l'admission en franchise, dans la métropole, des produits naturels de l'Algérie. Divers produits de l'industrie algérienne jouiront de la même immunité en vertu du § 1er

---

(1) *Voir* la loi à sa date (11 janvier 1851), *suprà*, p. 732.

de l'article 2. Les tableaux joints à la loi, sous les numéros 1 et 2, donnent la nomenclature des marchandises algériennes qui doivent, à l'un ou à l'autre de ces titres, être exemptées de tout droit à l'importation directe dans nos ports. Je n'ai qu'à me référer à ces tableaux. Si, par application du principe posé par l'article 1er, des produits naturels de l'Algérie, non énumérés par la loi, étaient ultérieurement jugés susceptibles de jouir de la franchise, ils seraient, aux termes du premier paragraphe de l'article 9, désignés par un décret du Président de la République.

Importation, en Algérie, des produits français.

Les dispositions de l'ordonnance du 16 décembre 1843 qui ne sont pas en opposition, soit avec la législation de la métropole, soit avec la loi du 11 janvier dernier, ont été confirmées par l'article 6 de cette loi. Cette prescription générale concerne notamment l'article 7 de l'ordonnance du 16 décembre, en vertu duquel on exempte de tout droit, à leur importation en Algérie, les marchandises françaises, à l'exception des sucres de betterave, qui sont assimilés aux sucres de nos colonies.

Exportations de France en Algérie et d'Algérie en France.

Aux termes de l'article 3 de la loi du 11 janvier 1851, les marchandises expédiées de France en Algérie ou d'Algérie en France, sont exemptes de tout droit de sortie. Les restrictions établies pour les exportations en Algérie, par l'article 4 de la loi du 9 juin 1845, se trouvent ainsi rapportées en tant qu'il s'agit des marchandises tarifées. Mais, en exécution du dernier paragraphe du même article, l'expédition en Algérie des marchandises prohibées à la sortie continue d'être interdite. Il n'existe d'exception, à cet égard, que pour la seconde écorce de chêne-liége, dont l'expédition de Corse en Algérie se trouve autorisée par l'article 5 de la loi du 9 juin 1845.

Importation, en Algérie, des marchandises étrangères.

Le régime des marchandises étrangères importées en Algérie est déterminé par l'article 4 de la nouvelle loi. Ces marchandises seront soumises aux droits applicables dans les ports français de la Méditerranée. Les seules exceptions que cette règle générale doive recevoir résultent des articles 5 et 6 de la loi. Elles concernent : 1° quelques produits dénommés dans les annexes de la loi, nos 3 et 4, lesquels sont exemptés de tout droit en vue de leur destination, soit pour la reproduction agricole, soit pour les constructions urbaines ou rurales; 2° le fer en barres, les

fontes non aciéreuses, l'acier, le fer-blanc et le cuivre pur ou allié de zinc, pour lesquels la taxe métropolitaine est réduite de moitié; 3° les produits spécialement tarifés par l'article 9 de l'ordonnance du 16 décembre 1843, c'est-à-dire les tissus de coton, les tissus de laine, le sucre, le café, la poterie de grès fin, le sel marin, le foin, la paille et les fourrages. Ces divers produits restent admissibles aux droits fixés par l'ordonnance. Il en est de même pour les marchandises prohibées à l'entrée en France. On continuera de les admettre en Algérie, selon la provenance, aux droits de 20 ou de 25 p. 100 de la valeur déterminés par l'article 9 de l'ordonnance de 1843. Il n'existera, à l'importation en Algérie, d'autres prohibitions que celles qui ont été établies par l'article 12 de cette ordonnance, et qui se rapportent aux sucres raffinés à l'étranger, aux armes, munitions et projectiles de guerre, et aux contrefaçons en matière de typographie, de gravures ou de musique gravée.

Exportation à l'étranger des produits algériens.

Pour les expéditions de l'Algérie à l'étranger, l'article 7 de la loi du 11 janvier 1851 ne maintient les taxes de sortie du tarif métropolitain qu'en ce qui concerne les soies, les bourres de soie, le fil de mulquinerie, les tourteaux de graines oléagineuses, les bois de fusils et les bois de noyer bruts, sciés ou façonnés. Ces taxes seront exigibles, conformément aux règles en vigueur aujourd'hui, soit que l'exportation ait lieu directement de l'Algérie, soit qu'il s'agisse de la réexpédition de ces marchandises à l'étranger, si à leur arrivée de l'Algérie elles ont été admises dans les entrepôts de la métropole. Est, en outre, prohibée, hors le cas d'autorisations spéciales données par application de l'article 9 de la loi, l'exportation à une autre destination que la France, des drilles, des cartons de simple moulage, des minerais de cuivre, des écorces à tan, des armes, munitions et projectiles de guerre. Tous les autres produits algériens peuvent être exportés librement à toute destination.

Fausses déclarations.

Les pénalités établies par la législation générale, en matière de fausses déclarations, ne concernant que les marchandises tarifées et les marchandises prohibées, une disposition spéciale était nécessaire à l'égard des produits affranchis des droits, tant à l'importation de l'étranger en Algérie qu'à l'exportation de l'Algérie à l'étranger. Le

deuxième paragraphe de l'art. 2 de la nouvelle loi porte » que, soit à l'entrée, soit à la sortie, l'affranchissement des » droits ne dispensera pas de faire aux douanes la décla- » ration conforme aux dispositions de l'article 9, titre II, » de la loi du 22 août 1791, selon les unités énoncées au » tarif général de France, sous peine de 100 fr. d'amende » par fausse déclaration. » Le service est, ainsi, en mesure de tenir la main à ce que les déclaration fournies en pareil cas présentent exactement toutes les indications nécessaires pour la rédaction des états de commerce

Navigation. L'article 8 de la loi du 11 janvier 1851 confirme les articles 1 à 6 de l'ordonnance du 16 décembre 1843, par lesquels ont été réglées les conditions de la navigation tant entre la France et l'Algérie que dans les ports de la colonie. Je rappelle particulièrement, à ce sujet, que les transports entre la France et l'Algérie ne peuvent avoir lieu que par navires français. Le même article affranchit les navires étrangers des droits de tonnage dans deux cas non prévus par l'ordonnance : 1° lorsque ces navires, arrivés sur lest en Algérie, repartent chargés de produits français ou algériens; 2° lorsque, ayant déjà acquitté les droits dans un premier port de l'Algérie, ils se rendent dans d'autres ports de la colonie pour compléter leur déchargement, mais sans effectuer d'embarquement. Par application des règles suivies dans la métropole pour les bâtiments qui viennent charger du sel, les navires arrivés en Algérie sur lest ne seront considérés, au départ, comme chargés, qu'autant que les marchandises françaises ou algériennes prises à bord formeront les 14/15 du tonnage. Lorsque cette proportion ne sera pas atteinte, le droit sera perçu sur la partie du tonnage qui restera vide ou qui sera occupée par des marchandises provenant des entrepôts. A l'arrivée, les mêmes navires seront réputés sur lest lorsque les marchandises qu'ils auront à bord n'équivaudront pas au vingtième du tonnage, et la taxe ne sera alors exigée que sur le nombre de tonneaux que ces marchandises représenteront.

Dispositions générales. Des pouvoirs très-étendus ont été conférés au gouvernement par l'article 9 de la loi. Je n'ai qu'à me référer à cet égard au texte de cet article. En attendant que les objets auxquels il se rapporte aient été réglés par des décrets du Président de la République, les dispositions qui les

régissent aujourd'hui continueront d'être appliquées. Il n'y a dès lors provisoirement rien de changé en ce qui concerne le régime des entrepôts (art. 18, 19 et 20 de l'ordonnance du 16 décembre 1843), les restrictions à l'entrée ou à la sortie par mer (art. 15 et 21 de la même ordonnance, art. 3 et 4 de la loi du 9 juin 1845 et ordonnance du 2 décembre 1845), l'admission des navires étrangers au cabotage en Algérie (ordonnance du 16 décembre 1843, art. 2 et 3), enfin les importations par terre (même ordonnance, art. 16, et arrêté du gouverneur général de l'Algérie, du 15 janvier 1844).

Application de la législation métropolitaine.

Par son article 10, la nouvelle loi rend applicables en Algérie les lois, ordonnances, décrets et règlements ministériels actuellement en vigueur pour le service des douanes de la métropole. Cette prescription générale annule, notamment, l'article 10 de l'ordonnance du 16 décembre 1843, par lequel était déterminée la surtaxe normale à imposer en Algérie aux marchandises venant par navires étrangers. Toutes les fois que cette surtaxe sera exigible, elle sera calculée d'après les bases résultant de l'article 7 de la loi du 28 avril 1816, et soit ou non qu'il s'agisse de produits à l'égard desquels un tarif particulier se trouve maintenu en Algérie.

Pour la perception en Algérie du décime additionnel, une distinction doit être faite entre les taxes applicables en vertu de la législation de la métropole, et celles qui ont été primitivement établies par l'ordonnance du 16 décembre 1843. Aux termes de l'article 22 de l'ordonnance, celles-ci se trouvent affranchies du décime. Ce sont: 1° les taxes de navigation, et 2° les droits d'importation dont la quotité est fixée par l'article 9 de l'ordonnance. On assujettira, en Algérie, au décime par franc toute autre perception de la nature de celles qui sont passibles dans la métropole de ce complément d'impôt.

Le régime de faveur que l'ordonnance du 16 décembre 1843 avait établi pour les produits étrangers arrivant des entrepôts de France ne se trouve maintenu qu'à l'égard du sucre, du café et des marchandises prohibées à l'importation dans la métropole. Les autres produits réexpédiés de nos entrepôts seront soumis, en Algérie, aux conditions du Tarif général, selon leur provenance et selon le pavillon qui les aura primitivement importés dans la

métropole, avec cette modification toutefois, ainsi que vient de le régler une décision ministérielle du 16 de ce mois, que le fait du transport en Algérie, sous notre pavillon, des marchandises originairement arrivées dans nos entrepôts par navires étrangers rendra ces marchandises admissibles aux droits afférents aux importations des entrepôts par navires français. C'est ce qui existe déjà pour les expéditions analogues à destination de la Corse. Si, par mesure exceptionnelle, des navires étrangers étaient autorisés à effectuer des transports entre la France et l'Algérie, les marchandises qu'ils auraient chargées en France seraient assujetties dans la colonie aux droits afférents aux importations sous pavillon étranger.

Mode d'expédition des marchandises.

Par application de la législation générale, les *expéditions* de France en Algérie et d'Algérie en France, *ainsi* que les transports entre les bureaux du littoral algérien, auront lieu sous les formalités du cabotage ou des mutations d'entrepôt, selon qu'il s'agira, soit des produits français ou algériens, soit de produits étrangers. Toutefois, suivant les prescriptions de la circulaire n° 2002, les marchandises nationales expédiées en Algérie ne seront soumises au plombage qu'autant qu'elles seront du nombre de celles qui ont été désignées par les circulaires n°s 420 et 1411. Pour les produits étrangers expédiés de France, on pourra aussi n'appliquer le régime des mutations d'entrepôt qu'aux objets qui, d'après le mode primitif de leur importation, auront droit à un traitement de faveur. Il suffira, quant à présent, de porter sur les manifestes de sortie, ainsi que cela se pratique aujourd'hui, les produits arrivés, soit par navires français d'ailleurs que des provenances favorisées, soit de tout pays par navires étrangers, le droit afférent aux importations des entrepôts par navires français devant, dans ces deux cas, être perçu en Algérie.

Rien n'est changé en ce qui concerne les marchandises exportées de France sous réserve de drawback.

Les acquits-à-caution et les passavants de cabotage serviront de titre d'origine pour les marchandises françaises importées en Algérie, et pour les produits algériens importés en France. Je recommande aux douanes algériennes de veiller à ce que ces expéditions ne comprennent que des objets provenant réellement du cru ou de l'industrie

de la colonie. Toutes les fois que des doutes graves s'élèveront, ces douanes devront exiger que des certificats d'origine soient produits. Je rappelle aussi qu'aux termes de la circulaire n° 22571 il doit être fourni pour les fontes aciéreuses une attestation du propriétaire de l'établissement dans lequel les fontes ont été fabriquées. Cette attestation sera annexée, sous cachets, à l'expédition de la douane.

Tous les ports de la métropole pourront diriger sur l'Algérie les marchandises nationales; mais les marchandises algériennes ne peuvent, aux termes de l'article 3 de la loi du 9 juin 1845, être admises que par les ports qui sont ouverts aux marchandises payant plus de 20 francs par 100 kilogrammes. L'article 9 de la loi du 11 janvier 1851 laisse aussi au gouvernement le droit de désigner les ports de l'Algérie qui pourront recevoir les produits de la métropole ou diriger sur la France les produits algériens. Ainsi que l'observation en a été faite plus haut, les restrictions existantes aujourd'hui dans le même objet sont provisoirement maintenues.

Date d'exécution.

D'après les prescriptions de l'article 12, la mise à exécution de la nouvelle loi aura lieu simultanément, dans tous les ports de France et d'Algérie, le 1er mars prochain. Le tarif particulier établi transitoirement pour les farines, par l'article 11, jusqu'à cette même date du 1er mars, restera ainsi sans application. Dès la mise en vigueur de la loi, les farines importées en Algérie seront soumises aux droits du tarif métropolitain.

Pour compléter ces instructions, j'ai fait imprimer, à la suite de la présente, les articles de l'ordonnance du 16 décembre 1843 et de la loi du 9 juin 1845, qui se trouvent maintenus par la loi du 11 janvier, soit à titre provisoire, soit temporairement et jusqu'à ce que le gouvernement ait usé des pouvoirs que l'article 9 de la nouvelle loi lui a conférés. Je joins, en outre, ici le tableau des taxes spéciales qui seront applicables en Algérie, tant à l'entrée qu'à la sortie. Tout produit qui n'est pas désigné dans ce tableau est passible, à l'entrée, des droits du tarif métropolitain ; à la sortie, il sera exempté de toute taxe.

Je prie les directeurs de donner connaissance de ces dispositions au service et au commerce.

Le directeur de l'administration des douanes,
Thre GRÉTERIN.

Tableau des droits d'entrée et de sortie applicables en Algérie (Extrait) (1).

CLASSES DU TARIF.	DÉNOMINATION DES MARCHANDISES.	UNITÉS sur lesquelles portent les droits, ou qui doivent être énoncées dans les déclarations.	ENTRÉE. TITRES de perception.	ENTRÉE. DROITS à l'importation en Algérie (2) par navires français.	ENTRÉE. DROITS à l'importation en Algérie (2) par navires étrangers.	SORTIE. TITRES de perception.	SORTIE. DROITS (3)
Pierres, terres et combustibles minéraux.	Chaux	100 kil. B. B.					
	Ardoises	Le mille ou le cent en nombre, selon l'espece.					
	Pierres à bâtir (4)	100 kil. B. B.	11 janv. 1851.	Exempts.			
	Pouzzolane	100 kil. B. B.					
	Bitumes solides — purs	100 kil. B. B.					
	Bitumes solides — mêlés de terre	100 kil. B. B.					
	Bitumes solides — mastic bitumineux	100 kil. B. B.					
	Houille crue (charbon de terre)	100 kil. B. B.					
	(Minerai de)		V. le TARIF GÉNÉRAL.				
	fonte — aciéreuse de Styrie ou de Carinthie, sans distinction de poids	100 kil. B. B.	6 mai 1841. 15 déc. 1848.	fr. c. 7 00	fr. c. 7 70		
	fonte — non aciéreuse, en masses pesant 15 kilogrammes ou plus	100 kil. B. B.	[illegible]	[illegible]	[illegible]		

						11 janv. 1851.	[illegible]	[illegible]		
MÉTAUX... For étiré	traité au charbon de bois et au marteau,		de moins de 213 millimètres, *idem*.	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	18 75	20 60	11 janv. 1851.	Exempts.
		en barres carrées,	de 22 millimètres *et* plus, *sur chaque face*.	100 kil. B. B.	21 déc. 1814, 11 janv. 1851.	7 50	8 20		
			de 15 millim. *inclusivement* à 22 *exclusivement*, *id.*	100 kil. B. B.	21 déc. 1814, 11 janv. 1851.	12 50	13 70		
			de moins de 15 millimètres, *idem*	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	18 75	20 60		
		en barres rondes,	de 15 millimètres *et* plus *de diamètre*.	100 kil. B. B.	21 déc. 1814, 11 janv. 1851.	12 50	13 70		
			de moins de 15 millimètres, *idem*.	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	18 75	20 60		
	traité à la houille et au laminoir,	en barres plates,	de 458 millimètres *et* plus, *la largeur multipliée par l'épaisseur*	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	9 37	10 30		
			de 213 millim. *inclusivement* à 458 *exclusivement*, *id.*	100 kil. D. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	13 50	14 80		
			de moins de 213 millimètres, *idem*	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851	18 75	20 60		
		en barres carrées,	de 22 millimètres *et* plus, *sur chaque face*.	100 kil. B. B	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	9 37	10 30		
			de 15 millim. *inclusivement* à 22 *exclusivement*, *id.*	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851	13 50	14 80		
			de moins de 15 millimètres, *idem*.	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851	18 75	20 60		
		en barres rondes,	de 15 millimètres *et* plus *de diamètre*	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	13 50	14 80		
			de moins de 15 millimètres, *idem*.	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	18 75	20 60		
	en barres à rainures, *dites* Rails.			100 kil. B. B.	2 juillet 1836.	Mêmes droits que les fers étirés traités à la houille, selon leurs dimensions.			
	forgé, en massiaux ou prismes.			....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				
	platiné ou laminé,	noir. — Tôle.		....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				
		étamé. — Fer-blanc.		100 kil. B. B.	7 juin 1820, 11 janv. 1851.	35 00	38 50		
	de tréfilerie			....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				

CLASSES DU TARIF	DÉNOMINATION DES MARCHANDISES.	UNITÉS sur lesquelles portent les droits, ou qui doivent être énoncées dans les déclarations.	ENTRÉE. TITRES de perception.	ENTRÉE. DROITS à l'importation en Algérie (2) par navires français.	ENTRÉE. DROITS à l'importation en Algérie (2) par navires étrangers.	SORTIE. TITRES de perception.	SORTIE. DROITS (3)
				f. c.	f. c.		
	Fer (Suite) — Acier (fer carburé) — en barres — naturel *et* de cémentation	100 kil. B. B.	7 juin 1820, 11 janv. 1851.	30 00	33 00	11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Acier (fer carburé) — en barres — fondu	100 kil. B. B.	17 mai 1826, 11 janv. 1851.	60 00	65 50	11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Acier (fer carburé) — en tôle, de toute espèce	100 kil. B. B.	9 juin 1845, 11 janv. 1851.	40 00	44 00	11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Acier (fer carburé) — filé, de toute espèce	100 kil. B. B.	9 juin 1845, 11 janv. 1851.	50 00	55 00	11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Limailles *et* pailles	....	*V.* le TARIF GÉNÉRAL.			11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Ferrailles (débris de vieux ouvrages en fer)	....	*V.* le TARIF GÉNÉRAL.			11 janv. 1851.	Exempts.
	Fer (Suite) — Mâchefer	....	*V.* le TARIF GÉNÉRAL.			11 janv. 1851.	Exempts.
	Cuivre — (Minerai de)	100 kil. B.	2 juillet 1836.	10 centimes.		11 janv. 1851.	Prohibé.
	Cuivre — pur — de 1re fusion, en masses, barres, plaques, ou en objets détruits — des entrepôts de France — importé primitivement par navires français — des pays hors d'Europe	100 kil. B. B.	9 juin 1845, 11 janv. 1851.	0 05			
	Cuivre — pur — de 1re fusion, en masses, barres, plaques, ou en objets détruits — des entrepôts de France — importé primitivement par navires français — des entrepôts	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	1 00			
	Cuivre — pur — de 1re fusion, en masses, barres, plaques, ou en objets détruits — des entrepôts de France — importé primitivement par navires étrangers	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	1 00			
	Cuivre — pur — de 1re fusion, en masses, barres, plaques, ou en objets détruits — de l'étranger — des pays hors d'Europe	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 9 juin 1845, 11 janv. 1851.	0 05	1 50		
	Cuivre — pur — de 1re fusion, en masses, barres, plaques, ou en objets détruits — de l'étranger — des entrepôts	100 kil. B. B.	2 juillet 1836, 11 janv. 1851.	1 00	1 50		
	Cuivre — pur — en tout autre état	....	*V.* le TARIF GÉNÉRAL.				

	allié d'étain	....	V. le TARIF GÉNÉRAL.			11 janv. 1851.	Exempts.
	doré						
	argenté						
	Limailles						
Étain	(Mineral d')	....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				
Étain	brut	100 kil. B. B.	11 janv. 1851.	Exempt.			
Étain	battu *ou* laminé						
Zinc	Pierre calaminaire (mineral)	....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				
Zinc	Calamine grillée, pulvérisée *ou* non						
Zinc	de 1re fusion, en masses brutes, soit saumons, barres ou plaques	100 kil. B. B.	11 janv. 1851.	Exempt.			
Zinc	laminé						
Zinc	Limailles	....	V. le TARIF GÉNÉRAL.				
PRODUITS CHIMIQUES.	*Sel marin, sel de saline et sel gemme*	100 kil. B. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	3 00	3 30		
VITRIFICATIONS. Poterie de grès fin, en blanc	*Platerie*	100 kil. B. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	27 50	30 20		
VITRIFICATIONS. Poterie de grès fin, en blanc	*Creux*	100 kil. N. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	55 00	60 20		
VITRIFICATIONS. Poterie de grès fin, imprimée	*Platerie*	100 kil. N. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	50 00	55 00		
VITRIFICATIONS. Poterie de grès fin, imprimée	*Creux*	100 kil. N. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	77 50	83 80		
VITRIFICATIONS. Poterie de grès fin	*peinte* et *décorée*	100 kil. N. B.	16 déc. 1843. 11 janv. 1851.	137 50	146 80		
VITRIFICATIONS.	Carreaux en faïence	100 kil. B. B.	11 janv. 1851.	Exempts.			

NOTES.

(1) Le tableau des droits applicables en Algérie ne concerne que le commerce par mer. On ne peut introduire par terre que les marchandises dont l'admission en franchise par cette voie a été autorisée par l'arrêté du gouverneur général du 15 janvier 1844.

Le décime additionnel est exigible : 1° sur tous les produits tarifés à la sortie ; 2° sur les produits qui sont soumis à l'entrée aux conditions du Tarif métropolitain ou à des droits déterminés par la loi du 11 janvier 1851. On n'affranchit du décime additionnel, et à l'entrée seulement, que les produits tarifés primitivement par l'ordonnance du 16 décembre 1843. *Dans le tableau des droits applicables en Algérie, ces produits sont désignés par des caractères italiques.*

Tous les produits importés en Algérie étant passibles, en règle générale, des droits en vigueur dans les ports français de la Méditerranée, les exceptions établies à cet égard par la loi du 11 janvier 1851 ne concernent que les marchandises nommément désignées soit par cette loi, soit par l'article 9 de l'ordonnance du 16 décembre 1843. Les produits dont le régime, dans la métropole, se règle sur celui de marchandises de la nature de celles qui jouissent en Algérie de la franchise ou d'une modération de droits, doivent être assujetties, à l'entrée en Algérie, aux conditions du Tarif métropolitain. Il en est ainsi, notamment, pour les sirops, les confitures au sucre, les fontes aciéreuses, le mâchefer, etc.

Les produits exempts de droits doivent être déclarés, à l'entrée et à la sortie, selon les unités énoncées au Tarif général de France (loi du 11 janvier 1851, article 2). Soit ou non que, dans le tableau des droits exigibles en Algérie, les classifications du Tarif métropolitain aient été rappelées, on doit veiller à ce que les unités indiquées par ce Tarif soient reproduites dans les déclarations.

Les modérations de droits et les assimilations de pavillon établies par les traités de commerce ne sont pas applicables en Algérie. Les produits des pays avec lesquels la France a conclu des conventions commerciales sont passibles, en Algérie, des conditions générales du Tarif, soit que l'importation ait lieu directement, soit qu'elle s'effectue par la voie des entrepôts de la métropole. Il n'y a d'exception que pour le riz des États sardes, qui, d'après une prescription spéciale du traité du 5 novembre 1850, est admissible en Algérie au droit résultant de ce traité pour les importations en France. Sont, en outre, admissibles en franchise en Algérie, d'après le même traité, les bois à construire et à brûler, les merrains, les feuillards, le charbon de bois et les matériaux à bâtir (chaux et pierres à bâtir). Si l'exemption de droits dont ces produits jouissent en vertu de la loi du 11 janvier 1851 était retirée à titre général, elle devrait être maintenue, jusqu'à l'expiration du traité,

pour les importations effectuées des États sardes sous pavillon français ou sarde, et à charge de justification régulière d'origine.

(2) Les marchandises étrangères réexpédiées des entrepôts de France par navires français, sont soumises en Algérie au droit qui leur est applicable d'après leur provenance primitive, lorsqu'elles ont été originairement importées par navires français. Celles dont la réexpédition a pareillement lieu sous pavillon français, et qui sont arrivées primitivement en France par navires étrangers, acquittent le droit afférent aux importations des entrepôts par navires français. (Décision ministérielle du 16 janvier 1851.)

Si, par mesure exceptionnelle, des navires étrangers étaient admis à transporter de France en Algérie des marchandises étrangères, il y aurait lieu de percevoir le droit des importations sous pavillon étranger.

(3) Les droits exigibles à la sortie de l'Algérie doivent être perçus sur les produits algériens qui sont réexportés des entrepôts de la métropole. On ne soumet qu'à la taxe de réexportation, à la sortie de ces entrepôts, les produits algériens qui sont exempts de droits à la sortie de l'Algérie. Le commerce sera autorisé à placer en entrepôt ceux de ces produits qui seront destinés à la réexportation.

Il peut être dérogé à titre temporaire, par des décrets du Président de la République, à la prohibition de sortie des drilles, du carton de simple moulage, du minerai de cuivre, et des armes, munitions et projectiles de guerre. Dans ce cas, les droits du Tarif de la métropole sont exigibles. (Loi du 11 janvier 1851, article 7.)

(4) *Pierres à bâtir.* L'exemption de droits établie par la loi du 11 janvier 1851, pour les pierres à bâtir, doit être appliquée tant aux pierres proprement dites qu'aux moellons, pavés et déchets de pierres.

(5) *Poterie de grès fin.* Cette dénomination désigne tant la poterie de grès fin que la poterie de terre de pipe (*faïence fine ou faïence anglaise*). — *Voir* la note (519) du Tarif général.

On entend par *platerie* les plats, les assiettes et les objets analogues, et par *creux*, tous les autres ustensiles en poterie.

Bains et lavoirs publics.
—
Exécution de la loi du 3 février 1851.

M. le Préfet d

Paris, le 26 février 1851.

Monsieur le préfet, un crédit extraordinaire de 600.000 francs est mis, par la loi du 3 février dernier (1), à la disposition de mon ministère pour encourager la création d'établissements modèles de bains et lavoirs publics, gratuits ou à prix réduits.

Cette loi est une nouvelle preuve de la sollicitude du gouvernement en faveur des classes laborieuses; aussi suis-je assuré à l'avance de l'empressement que vous mettrez à inviter les communes, les bureaux de bienfaisance ou autres établissements reconnus comme établissements d'utilité publique, à satisfaire aux conditions de la loi pour obtenir une part du crédit de 600.000 francs.

Il importe, monsieur le préfet, de donner à la loi nouvelle la plus grande publicité possible. Je vous recommande donc de prendre immédiatement les mesures nécessaires à cet effet : je vous engage à ne point vous borner à la faire insérer dans le recueil des actes administratifs de votre préfecture; je désire que vous la fassiez publier par voie d'affiche, surtout dans les grands centres de population. Vous devrez vous appliquer d'ailleurs à bien faire comprendre aux autorités locales l'esprit dans lequel elle a été conçue, le but important qu'il s'agit d'atteindre, et les moyens à l'aide desquels on y est déjà parvenu dans un pays voisin.

Pour vous faciliter cette tâche, j'ai l'honneur de vous adresser, avec un exemplaire de la loi, un volume dans lequel mon prédécesseur, M. Dumas, a fait recueillir les documents les plus importants que l'administration possède sur cette matière ; vous y trouverez l'exposé des motifs de la loi, et ce document vous mettra à même de vous pénétrer des considérations de divers ordres qui en recommandent l'objet à la sollicitude de tous les gens de bien. Il y a toutefois, dans cet exposé, un point qui a cessé d'être d'accord avec l'esprit de la loi votée. Dans la pensée du gouvernement, la création d'établissements modèles de bains et lavoirs ne devait avoir lieu que dans

(1) *Voir* cette loi, *suprà*, page 746.

les villes les plus populeuses. L'Assemblée nationale n'a pas partagé cette manière de voir; elle a voulu que les plus petites communes pussent être appelées à participer à la subvention que la loi permet d'accorder, si elles consentaient à s'imposer les sacrifices nécessaires. Vous ne devrez donc pas vous borner à signaler aux autorités des grandes villes les bienfaits que la loi a pour but de procurer aux populations; il doit demeurer bien entendu que les communes rurales, comme les communes urbaines, peuvent se mettre sur les rangs et présenter leurs projets.

Le volume que je vous transmets contient, en outre, les principaux rapports qui ont été présentés à la commission que mon prédécesseur avait instituée, au mois de novembre 1849, par ordre de M. le Président de la République, pour étudier les moyens de doter notre pays d'établissements de bains et lavoirs pouvant rivaliser avec ceux que possède la Grande-Bretagne. Il renferme également les rapports parvenus à mon administration sur les établissements fondés en Angleterre, ainsi que les plans des principaux d'entre eux. Ces différents documents vous permettront de fournir aux autorités locales et aux architectes chargés de l'étude des projets des éclaircissements d'une grande utilité, notamment, sur les tarifs, les dispositions les plus convenables à adopter pour les constructions, l'établissement des appareils d'essorage et de séchage, les mesures de police intérieure, etc., etc.

La loi a indiqué les formalités particulières que les communes qui voudront obtenir une subvention de l'État auront à remplir; elles devront :

1° Prendre l'engagement de pourvoir, jusqu'à concurrence des deux tiers au moins, au montant de la dépense totale;

2° Soumettre préalablement au ministre de l'agriculture et du commerce les plans et devis des établissements qu'elles se proposent de créer, ainsi que les tarifs, tant pour les bains que pour les lavoirs.

La commune devra justifier, d'ailleurs, par la production de son budget, qu'elle est dans une situation financière qui ne lui permet pas de se charger de la totalité de la dépense; il conviendra, de plus, que le conseil

d'hygiène publique et de salubrité de l'arrondissement soit toujours appelé à donner son avis sur les projets présentés.

C'est seulement lorsque ces formalités essentielles auront été remplies, qu'il me sera possible de prendre l'avis de la commission que je suis tenu de consulter, aux termes de la loi, avant de statuer sur les demandes et de déterminer la quotité et la forme de la subvention unique que la même commune pourra recevoir, et qui ne pourra excéder 20.000 francs.

Vous pouvez être assuré, monsieur le préfet, que je ferai tout ce qui sera en mon pouvoir pour que, en ce qui me concerne, les demandes soient examinées avec la plus grande diligence; mais, bien que mon ministère soit chargé de la distribution du crédit, il ne sera pas le seul, dans bien des cas, à concourir à l'exécution de la loi. Les communes devant faire les deux tiers au moins de la dépense, les demandes de subvention pourront se rattacher souvent à des projets qui se compliqueront de questions d'emprunts, d'acquisitions de terrains et autres analogues, et l'intervention du ministre de l'intérieur, celle même du conseil d'Etat, pourront devenir indispensables. Il conviendra, néanmoins, que mon département reçoive d'abord toutes les pièces de l'instruction, sauf à renvoyer au ministère de l'intérieur celles qui le concerneraient, lorsqu'il aura été statué sur la valeur des projets et l'opportunité d'accorder une subvention. Je me réserve de demander à mon collègue, M. Vaïsse, de vouloir bien faire examiner d'urgence toutes les affaires communales qui se rattacheront à la création d'établissements modèles de bains et lavoirs. Je vous recommande de veiller de votre côté, monsieur le préfet, avec une attention toute particulière, à ce que les demandes que vous aurez à me transmettre soient instruites d'une manière complète, sur tous les points sur lesquels l'administration centrale aura à prendre une décision.

Parmi les communes où la création d'un établissement modèle de bains et lavoirs publics présentera un caractère particulier d'utilité, il pourra s'en trouver qui ne seront pas en état de s'imposer les sacrifices nécessaires pour avoir droit à une subvention. La loi a prévu cette éven-

tualité, en admettant les bureaux de bienfaisance et autres établissements reconnus comme établissements d'utilité publique à participer aux bénéfices de ses dispositions, aux mêmes conditions que les communes elles-mêmes, pourvu que le conseil municipal y donne son consentement. J'écris à M. le ministre de l'intérieur pour appeler son attention sur cette disposition, et pour lui demander de vouloir bien transmettre, en ce qui le concerne, les instructions qui pourraient en faciliter l'exécution.

La disposition que je viens de rappeler ne préjudicie en rien, d'ailleurs, au droit que possèdent les communes de concéder, pour un temps plus ou moins long, à une compagnie particulière formée soit dans un but industriel, soit dans un but de pure bienfaisance et au moyen de dons volontaires, la création des établissements dont il s'agit, comme elle pourrait le faire pour l'établissement d'une halle ou d'un abattoir; et, dans ce cas, les communes pourront seconder de plusieurs manières l'action de l'industrie privée ou des associations charitables : tantôt par des concessions d'eau gratuites, tantôt en fournissant les terrains sur lesquels les bains et lavoirs seraient construits, ou en ajoutant une subvention à celle qui serait accordée par l'État, ou bien encore par la garantie d'un minimum d'intérêt.

Dans les villes industrielles, il sera bon de rechercher quel parti on pourrait tirer des eaux de condensation provenant des machines à vapeur. Vous verrez, par un des documents contenus dans le recueil que je vous envoie, comment un ingénieur habile (1), soutenu par les seuls efforts de la charité privée, a su mettre à profit ces eaux de condensation pour créer, dans la ville de Rouen, un établissement qui a déjà rendu d'importants services à une partie de la classe pauvre de cette cité populeuse. C'est un exemple que vous ne devrez pas manquer de signaler à l'attention des autorités des communes où il pourrait être imité, et je ne doute pas que les chefs d'industrie ne se montrent partout disposés à faciliter de tout leur pouvoir la réalisation des vues bienfaisantes de la loi.

---

(1) M. de Saint-Léger, ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique de Rouen.

Sur tous les points où cela pourra vous paraître utile, n'hésitez pas à créer des commissions locales pour provoquer des souscriptions et s'associer ainsi à l'intervention du gouvernement et aux sacrifices des communes. Vous n'ignorez pas que, lorsqu'un appel est fait par l'autorité ou par des associations charitables, dans l'intérêt d'une création utile, cet appel est presque toujours entendu. Ne craignez donc pas de recourir à tous les dévouements; le concours de la bienfaisance et de la charité, lorsqu'il s'agit de réaliser une pensée profondément philanthropique, ne saurait vous manquer.

Je termine, monsieur le préfet, en vous recommandant de me tenir exactement informé de la suite que vous aurez donnée à ces instructions. Je vous promets, de mon côté, d'accorder une attention suivie aux communications et aux demandes que vous auriez à m'adresser. Il importe, en effet, de ne pas perdre de vue que mon département ne peut disposer du crédit dont il s'agit que pendant l'année 1851.

Veuillez m'accuser réception de cette circulaire.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre de l'agriculture et du commerce,
SCHNEIDER.

Transmission d'un décret du 25 février 1851, relatif à l'importation temporaire des plombs et étains bruts.

A M.

Paris, le 7 mars 1851.

Un décret de M. le Président de la République, en date du 25 février dernier, inséré au Bulletin des lois du 1er mars courant, n° 357, et dont je joins ici ampliation (1), autorise, par application de l'article 5 de la loi du 5 juillet 1836, l'importation en franchise de droits, à charge de réexportation, après main-d'œuvre, 1° des plombs bruts destinés à l'affinage; 2° des plombs et étains bruts en saumons destinés à être convertis, par la fusion, en lingots de 1 à 2 kilogrammes.

Aux termes de l'article 1er de ce décret, les dispositions en sont exclusivement applicables aux plombs et étains

(1) *Voir* le décret à sa date (25 février 1851), *suprà*, page 742.

importés soit par terre, soit par mer sous pavillon français, ou sous le pavillon du pays de production, à charge, dans ce dernier cas, de justifier de l'origine par des certificats authentiques.

D'après l'article 2, les plombs bruts ne pourront être admis au bénéfice de l'importation temporaire qu'autant qu'ils ne contiendront pas plus de 3 p 100 d'antimoine.

Le même article confère à la douane la faculté de faire procéder par un chimiste, aux frais des importateurs, à des analyses ayant pour but d'établir, à l'entrée, que les plombs se trouvent dans la condition d'admission ci-dessus indiquée, et, à la sortie, que les produits représentés ne renferment aucun corps étranger. Sans préjudice de cette faculté, le décret a maintenu le principe de l'expertise légale, et par conséquent laissé au service des douanes, comme aux soumissionnaires, le droit d'y recourir lorsqu'ils le jugeront convenable. Cette disposition a paru d'autant plus nécessaire que, parmi le grand nombre de bureaux ouverts à ces sortes d'opérations par l'article 4, il en est beaucoup près desquels il sera peut-être difficile de trouver des chimistes.

Le premier paragraphe de l'article 3 impose aux importateurs l'obligation de réexporter ou de réintégrer en entrepôt, dans un délai de trois mois, les produits de l'affinage et de la conversion en lingots; le deuxième paragraphe porte qu'il ne sera alloué aucune remise pour déchet de main-d'œuvre. Toutefois, les déficits constatés à la sortie sur les quantités soumissionnées, et qui seront reconnus provenir de ce déchet, ne seront assujettis qu'au payement du simple droit d'entrée afférent à la matière brute.

Suivant l'article 5, tous autres manquants, tout mélange ou toute substitution donneront lieu à l'application des pénalités et interdictions prononcées par l'article 5 précité de la loi du 5 juillet 1836.

Les directeurs sont invités à donner, dans ce sens, les ordres nécessaires pour l'exécution du décret que je leur transmets, et à les porter à la connaissance du commerce.

Le directeur de l'administration des douanes,

Th^re GRÉTERIN,

M. le Préfet d

Appareils à vapeur employés dans les établissements industriels. — États statistiques de 1850.

Paris, le 19 mars 1851.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre, en double exemplaire, les états n° 1 et n° 2 sur lesquels devront être portés, pour 1850, les documents statistiques relatifs aux appareils à vapeur employés dans les établissements industriels de votre département.

L'un de ces exemplaires devra être conservé comme minute; je vous serai obligé de me renvoyer l'autre avec vos observations, dès que vous y aurez fait inscrire les documents dont il s'agit.

Conformément à la circulaire du 6 mai dernier, il n'y aura lieu de porter sur l'état n° 1 que les nouveaux appareils à vapeur installés dans le cours de l'année, en ayant soin d'ailleurs d'y consigner les diverses indications réclamées par ladite circulaire, et d'y joindre un rapport spécial faisant connaître quelle est, au point de vue de l'exécution des conditions de sûreté, la situation des appareils tant anciens que nouveaux.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation:
Le chef de la division des mines,

DE BOUREUILLE.

M. le Préfet d

Bateaux à vapeur qui naviguent sur les fleuves ou rivières. — États statistiques de 1850.

Paris, le 20 mars 1851.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, dont un pour servir de minute, les tableaux n° 1 et n° 2, sur lesquels doivent être portés les documents statistiques relatifs aux bateaux à vapeur qui ont navigué, en 1850, sur les fleuves et rivières.

Je vous prie d'inviter les commissions de surveillance de votre département à remplir le plus tôt possible ces tableaux, et je vous serai obligé de me faire le renvoi, avec vos observations, de l'un des exemplaires ci-joints.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le chef de la division des mines,

DE BOUREUILLE.

A M. le Préfet d

Bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.

Paris, le 21 mars 1851,

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, les tsbleaux n° 1 et n° 2, sur lesquels devront être portés, pour l'année 1850, les documents statistiques concernant les bâtiments à vapeur français qui ont leurs points de départ, de relâche ou d'arrivée dans les ports maritimes de votre département.

L'un de ces exemplaires sera conservé comme minute. Veuillez me renvoyer l'autre le plus tôt possible, avec les observations que vous auriez à ajouter sur cette partic du service.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
Pour le ministre et par autorisation,
Le chef de la division des mines,

DE BOUREUILLE.

A M. le Préfet d

Machines locomotives employées sur les chemins de fer.

Paris, le 22 mars 1851.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser, en double exemplaire, dont l'un doit servir de minute, les états n° 1 et n° 2 destinés à recevoir, pour l'année 1850, les documents statistiques relatifs aux machines locomotives employées sur les chemins de fer.

J'y joins deux autres états pour les indications se rapportant aux machines à vapeur fixes qui existeraient aux stations ou dans les ateliers des compagnies.

Je vous prie de me renvoyer, le plus tôt possible, les états qui auront été dressés en ce qui concerne les chemins de fer pour lesquels les attributions que les règle-

ments confèrent aux préfets ont été centralisées entre vos mains.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics.
Pour le ministre et par autorisation :
Le chef de la division des mines,
DE BOUREUILLE.

Enquête sur la production et le commerce des sels.

M. le Préfet d

Paris, le 5 avril 1851.

Monsieur le préfet, la commission chargée par l'assemblée législative de procéder à l'enquête parlementaire prescrite par la loi du 13 janvier 1849, sur la production et le commerce des sels en France, désire, avant d'entendre les personnes qui pourront lui apporter le tribut de leurs connaissances, réunir tous les documents propres à l'éclairer.

En conséquence, elle m'a chargé de vous demander de lui transmettre, avec vos observations, tous ceux qu'il vous sera possible de recueillir dans votre département.

La production, le commerce et la consommation du sel sont trois faits qu'il importe d'étudier dans toutes leurs conditions.

La production du sel affecte tantôt un caractère agricole, comme dans l'Ouest, tantôt un caractère industriel, comme dans l'Est. Il est donc nécessaire, d'abord, de se rendre compte de la nature des salines, des conditions et des procédés de fabrication.

Ainsi, dans l'Ouest et dans le Midi :

1° Quelle quantité d'hectares, dans chaque arrondissement, est consacrée aux salins ou marais salants?

2° Quel est le mode de construction des salins ou marais salants?

3° Quels sont les procédés de fabrication du sel?

4° Les eaux mères, c'est-à-dire les eaux dont on a extrait le sel, sont-elles utilisées? Par quel procédé? Quels sont les produits obtenus? Quel est le prix de revient? Quelle est la valeur de ces produits?

5° Quel mode de conservation des sels sur la saline?

Quels sont les déchets? Quel est le mode de conservation des produits des eaux mères?

6° Quelles cultures sont jointes à la production du sel?

7° Quel est le chiffre de la population employée à cette production?

8° Quel genre de rémunération obtient-elle pour son travail?

9° Pendant combien de mois est-elle employée à la préparation, à la réparation des marais salants, à la fabrication du sel? A quoi est-elle employée le reste de l'année?

10° Quelle quantité en moyenne de sels fabriqués par chaque salin, saline ou groupe de marais salants? Quels peuvent être les chiffres considérés comme minima et maxima de la production? Dans quelle proportion se présentent les diverses qualités de sels blancs, gris ou roux?

11° Quels peuvent être les capitaux engagés dans les salines? Quel peut être le prix de revient par 1.000 kilog.?

12° Dans quelles mains est placée la propriété des salins ou marais salants? Appartient-elle à des compagnies, à de grands propriétaires? Dans l'hypothèse contraire, comment est-elle divisée?

13° Les terrains consacrés aux salins ou marais salants pourraient-ils recevoir une autre destination? et, dans ce cas, quelles dépenses, par hectare, seraient nécessaires pour les rendre à l'agriculture?

14° Quels seraient les effets, soit au point de vue hygiénique, soit au point de vue économique, de l'abandon des salins ou marais salants?

15° Quels sont les modes de transport des sels? Quel est le personnel qu'il nécessite?

16° Quelles observations générales sur le caractère et les habitudes des populations qui exploitent les salins ou marais salants?

17° Enfin, quels sont les établissements de raffinage, de lavage et d'étuvage? Quels en sont les procédés? Quels sont les sels, soit français, soit étrangers, qu'on y emploie, et de quelles qualités? Quels sont les capitaux engagés dans ces usines? Quels sont les prix du raffinage? Quels déchets en résultent-ils? Quels sont les prix de vente des sels avant et après le raffinage?

Dans les contrées où le sel est obtenu, soit par l'extraction du gemme des mines, soit par l'évaporation des eaux des sources ou des puits d'eau salée :

1° Quel est le nombre et la situation des établissements?

2° Quel est le mode de fabrication en usage?

3° Quel est le mode de conservation des sels produits? Quels sont les déchets?

4° Quel est le nombre d'ouvriers des deux sexes et des différents âges employés, soit à l'extraction du gemme, soit à la fabrication?

5° Sont-ils employés toute l'année?

6° Quelles quantités par an, en moyenne, produites par chaque établissement? Quels chiffres peuvent être considérés comme minima ou maxima de la production, et, autant que possible, quelle progression les chiffres de production ont-ils suivie depuis 1843?

7° Quel peut être le capital engagé dans chaque établissement? Quel peut être le prix de revient par 1.000 kilogrammes?

8° Dans quelles mains est placée la propriété des divers établissements? Plusieurs (et lesquels) sont-ils possédés par les mêmes compagnies ou par les mêmes propriétaires?

Y a-t-il des associations de divers propriétaires?

9° Enfin, quels sont les modes de transport des sels? Quel est le personnel qu'il nécessite?

Le commerce des sels doit être étudié à partir du moment où les produits sont extraits des salins ou des fabriques, jusqu'au moment où ils sont consommés.

Ici encore, selon la nature de la production, c'est-à-dire selon que le sel est enlevé des fabriques ou extrait des salins ou marais salants, et selon que la propriété des salins est divisée entre un grand nombre de propriétaires ou possédée par de grands propriétaires ou par des compagnies, les faits sont différents, et les produits, pour parvenir aux consommateurs, passent dans les mains d'intermédiaires plus ou moins nombreux; il est donc nécessaire de suivre les produits dans ces différentes mains, et de rechercher entre le prix du sel à la saline et le prix du sel au détail, la part qui provient de déchet, part qui est afférente au transport, enfin la part qui représente le bénéfice des intermédiaires; ainsi:

1° Comment les ventes des produits se font-elles par les producteurs?

2° Y a-t-il un intermédiaire nécessaire entre le pro-

ducteur et le marchand en gros, ou bien le producteur vend-il directement, soit à des marchands en gros, soit à des marchands en détail?

3° A quels termes de payements et d'enlèvements se font les ventes?

4° Le producteur expédie-t-il lui-même? Y a-t-il un intermédiaire pour l'expédition des produits?

5° Quels sont les modes et les prix de transport?

6° Y a-t-il des producteurs qui possèdent des dépôts, des magasins à eux, dans d'autres lieux que ceux de la production, et où s'opère, à leur compte, la vente de leurs produits? Ont-ils des marchés passés et réguliers avec des marchands en gros et des détaillants?

7° Quels sont les prix des sels sur la saline? Quels sont les prix chez les marchands en gros? Enfin, quels sont les prix chez les détaillants?

8° Quels sont les déchets dans les magasins, soit des marchands en gros, soit des marchands en détail?

9° Dans le cas où, entre le producteur et le consommateur, se trouvent nécessairement des intermédiaires, négociants, expéditeurs, marchands en gros et marchand en détail, quels peuvent être les bénéfices de chacun de ces intermédiaires?

10° Enfin, si dans le département il y a des entrepôts de la douane, quels sont les sels, soit étrangers, soit français? Et, dans ces deux cas, quelle est l'origine de ces sels qui y sont déposés? Quels sont les prix des sels à l'entrepôt?

La consommation doit être observée avec soin, et il est nécessaire de recueillir tous les faits qui se rapportent à l'emploi du sel pour la consommation de l'homme, pour l'élève du bétail, pour la confection des engrais, pour la pêche et pour les produits industriels.

1° Dans quelle proportion la consommation a-t-elle augmenté dans le département depuis le 1er janvier 1849?

2° Quels étaient, au détail, les prix avant la réduction de l'impôt? Quels sont-ils depuis?

3° Le sel est-il employé, et en quelle quantité, pour l'élève du bétail? Quels résultats les éleveurs ont-ils obtenus?

4° L'agriculture fait-elle usage du sel pour la confection des engrais et l'amendement des terres?

5° Quelles sont les quantités de sel qui ont été directement livrées à l'agriculture ou à des fabriques d'engrais? Quel est le mode de dénaturation employé quand ils sont remis en franchise?

6° Enfin, au point de vue de la production, du commerce et de la consommation, quels ont été les effets des lois qui ont autorisé, moyennant un droit de 50 centimes, l'emploi des sels étrangers pour la pêche de la morue, et moyennant un droit de 50 centimes et de 1 franc 75 cent., l'introduction des sels étrangers pour la consommation intérieure?

Telles sont, monsieur le préfet, les questions principales sur lesquelles la commission d'enquête a pensé *qu'il était* nécessaire d'appeler l'attention des intéressés, producteurs, commerçants et consommateurs. La commission n'entend point ainsi, je n'ai sans doute pas besoin de vous le dire, circonscrire les questions qui peuvent être soulevées, ni limiter le cercle des observations qu'on voudrait lui transmettre. Ce sont de simples indications qu'il lui a paru utile de donner. Ce que la commission cherche avant tout, c'est la vérité; ce qu'elle désire, c'est d'être à même de la faire connaître au pays, et elle compte sur votre concours pour l'accomplissement de la tâche que l'assemblée législative lui a confiée.

La commission vous invite à donner connaissance de cette circulaire aux chambres de commerce, aux sociétés d'agriculture, enfin aux centres de production qui existent dans le département que vous administrez.

Elle désire que vous les engagiez à lui transmettre le plus promptement possible leurs réponses et leurs observations.

Agréez, etc.

Le membre de l'Assemblée législatisve, président de la commission d'enquête des sels,

PROSPER DE CHASSELOUP-LAUBAT.

M. le Préfet d

Paris, le 8 avril 1851.

Chemins de fer.
—
Commissaires et sous-commissaires de surveillance administrative.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser copie d'un décret en date du 27 mars 1851 (1), portant règlement d'administration publique sur les conditions et le mode de nomination et d'avancement des commissaires et des sous-commissaires de surveillance administrative des chemins de fer.

Ce règlement a été rendu en exécution de la loi du 27 février 1850, concernant les attributions d'officier de police judiciaire conférées aux commissaires et sous-commissaires, et de celle du 5 juillet de la même année sur l'admission et l'avancement dans les fonctions publiques.

Les dispositions qu'il renferme s'expliquent d'elles-mêmes, et je ne crois devoir entrer dans aucun détail à cet égard. Je ferai remarquer seulement que le règlement assujettit les candidats à subir un examen devant une commission spéciale.

Le personnel des commissaires et des sous-commissaires actuellement en exercice ne comporte, en ce moment, aucun accroissement. Il n'y a pas lieu dès lors de réunir, quant à présent, les commissions d'examen instituées par l'article 3 du règlement. Cet objet sera réglé par une décision ultérieure, que j'aurai soin de porter à votre connaissance.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,

P. MAGNE.

M. le Préfet d

Paris, le 9 avril 1851.

Mines de houille.
—
Établissement de la redevance proportionnelle sur la houille extraite et convertie en coke par les concessionnaires

Monsieur le préfet, des réclamations présentées par des propriétaires de mines, qui avaient été portés au rôle des patentes comme fabriquant du coke avec des houilles pro-

(1) *Voir* ce décret, *suprà*, page 748.

venant de leurs exploitations, ont donné lieu d'examiner la question de savoir si ce fait de la conversion du charbon en coke, par les concessionnaires, devait être sujet au droit de patente.

Cette question a été résolue négativement par des décisions en date du 30 novembre 1850, de la section du contentieux du conseil d'État, intervenues sur les pourvois de diverses compagnies.

La section du contentieux a considéré, à cet égard, qu'aux termes de l'article 32 de la loi du 21 avril 1810, l'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce et n'est pas sujette à patente; qu'elle doit seulement être soumise au payement des redevances fixe et proportionnelle, ainsi qu'il est déterminé dans les articles 33 et suivants de ladite loi et dans le décret du 6 mai 1811; que la nouvelle loi sur les patentes n'a rien changé, au fond, à ces dispositions, et que l'opération par laquelle des concessionnaires de mines se bornent à convertir en coke les charbons qu'ils exploitent n'est qu'un mode de l'exploitation même desdites mines.

Par suite de cette jurisprudence, il conviendra d'apporter une modification dans l'assiette de la redevance proportionnelle en ce qui concerne la houille ainsi extraite et convertie en coke.

Aux termes des articles 33 et 34 de la loi précitée du 21 avril 1810, la redevance proportionnelle sur les mines doit être réglée d'après la valeur des produits.

Du moment donc que l'on assimile la fabrication du coke par les concessionnaires à l'exploitation de la mine, la redevance proportionnelle pour cette partie des produits devra être basée sur la valeur elle-même du coke obtenu, en tenant compte des frais d'extraction de la houille employée, des frais de fabrication du coke et du bénéfice retiré par les concessionnaires.

L'appréciation de ces divers éléments exigera une attention particulière; je n'ai pas besoin de recommander à MM. les ingénieurs d'y procéder avec ces soins et ce discernement éclairé qu'ils apportent dans tout l'ensemble du travail des redevances.

Je vous prie, monsieur le préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse des ampliations à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
P. MAGNE.

A M. le Préfet d

Paris, le 10 avril 1851.

Bateaux à vapeur qui naviguent sur mer.
—
Éclairage de nuit.

Monsieur le préfet, un arrêté du 14 octobre 1848, du chef du pouvoir exécutif(1), a, comme vous le savez, disposé que les navires à vapeur de la marine marchande seraient tenus, pour prévenir les rencontres de nuit et empêcher ainsi les sinistres qui sont la conséquence des abordages, de porter à leurs tambours et en tête de mât des feux de même couleur et distribués de la même manière que ceux qui sont en usage sur les bâtiments à vapeur de l'État.

D'après l'instruction qui a été publiée à ce sujet, en novembre 1848, par le ministère de la marine, et dont les dispositions ont été adoptées par la marine britannique, tout navire à vapeur en marche doit avoir, depuis le coucher du soleil jusqu'à son lever, trois feux, savoir :

Un feu blanc en tête du mât;
Un feu vert à tribord;
Un feu rouge à bâbord.

Le feu de tête de mât doit être visible à une distance d'au moins 5 milles par une nuit claire, et le fanal construit de telle sorte que la lumière soit uniforme et non interrompue, dans un arc de vingt rumbs de vent (225°), depuis le cap du bâtiment jusqu'à deux quarts en arrière du travers de chaque bord.

Les feux de couleur doivent pouvoir être aperçus d'une distance d'au moins 2 milles, et les fanaux construits de manière à ce que la lumière embrasse, sans interruption ni variation d'éclat, un arc de l'horizon de dix quarts (112° 30), c'est-à-dire depuis le cap du navire jusqu'à deux quarts de l'arrière du travers du bord où ils sont placés.

Le fanal employé au mouillage doit être disposé de façon à répandre une bonne lumière tout autour de l'horizon.

---

(1) Voir cet arrêté et l'instruction sur le même objet, tome XIV, 4e série *Annales des mines*, p. 567 et 628.

Enfin, chaque feu de couleur doit être muni intérieurement d'un écran, pour qu'il ne puisse être vu à la fois que d'une seule direction, celle du cap du navire, et pour que la combinaison des feux de côté puisse donner un signal précis de la route suivie par le bâtiment.

Le ministère des travaux publics a fait connaître, dans le temps, ces dispositions à MM. les préfets des départements maritimes, en les invitant à en assurer l'éxécution.

Il résulte des renseignements que ces magistrats lui ont transmis depuis lors, que les navires à vapeur de la marine marchande sont aujourd'hui généralement pourvus de fanaux qui satisfont aux prescriptions réglementaires.

Sur quelques bateaux, cependant, les feux en usage laissant encore quelque chose à désirer, j'ai pensé, avec la commission centrale des machines à vapeur, qu'il serait utile, pour guider les armateurs sur le choix des meilleurs appareils à employer, d'indiquer dans une circulaire le mode de fanal qui a été adopté par le ministère de la marine, sur les propositions d'une commission spéciale qu'il avait chargée d'étudier cette matière.

Ce fanal, dont le modèle a été exécuté conformément aux indications de cette commission, par M. Létourneau, fabricant d'appareils lenticulaires pour les phares, se compose d'une lentille principale et de quatre anneaux, formant en tout cinq segments annulaires, analogues à ceux qui sont usités dans la construction des verres d'optique destinés aux phares.

L'amplitude est, comme le prescrit l'instruction précitée, de 112° 30′ pour les fanaux des tambours, et de 225° pour le fanal qui doit être placé en tête du mât.

Sur le côté opposé existe un miroir en glace, qui sert en même temps d'écran et de réflecteur. Ce miroir intercepte les rayons lumineux projetés vers l'arrière ; il les réfléchit, au contraire, vers l'avant, et rend ainsi la lumière plus intense dans cette partie de l'horizon.

Le fanal est éclairé avec de la bougie. Ce mode d'éclairage est à tous égards bien préférable à l'emploi de l'huile, qui, entre autres inconvénients, ne permet pas de maintenir l'appareil dans l'état de propreté indispensable; l'huile salit les parois intérieures du fanal ainsi que le verre d'optique, elle les recouvre d'une couche grasse et char-

bonneuse, laquelle altère l'éclat de la lumière. En outre, de nombreuses expériences ont montré que toutes les lampes sont sujettes à s'éteindre par les moindres brises. Tous ces inconvénients sont évités par l'emploi de la bougie. Dans l'appareil de M. Létourneau, la bougie dont on se sert a un diamètre de $0^{m},032$ et une longueur de $0^{m},16$; elle repose sur une bobèche dirigée par trois guides; au-dessous est fixé un tube dans lequel se trouve un ressort à boudin qui la pousse à mesure qu'elle se consume. A l'aide de cette disposition, la bougie brûle jusqu'à la fin; elle dure dix heures et résiste très-bien à l'impression d'un vent même très-frais.

Tous les bâtiments à vapeur de l'État sont maintenant munis de ces fanaux, que le ministère de la marine a fait construire par M. Létourneau.

Quant à l'installation des feux, elle ne présente pas de difficultés pour ceux des tambours. Mais il n'en est pas de même, dans certains cas, pour le feu qui doit être placé en tête du mât de misaine, par exemple, lorsque ce mât est pourvu d'un hunier : on a reconnu que, dans ce cas, pour fixer le fanal on serait forcé de l'attacher à une drisse, ce qui l'exposerait à des chocs qui pourraient le briser lorsqu'il faudrait l'amener ou le hisser. De plus, ce fanal étant ainsi sujet à tourner sur lui-même, la lumière s'y écarterait à chaque instant de la direction convenable. On le remplace avec avantage, dans le cas dont il s'agit, par deux fanaux, chacun de 112° 30′ d'amplitude, construits comme ceux des tambours, et que l'on attache au-dessous de la hune, à côté des jottereaux. Ces deux fanaux, vus à une certaine distance du navire, même à moins de trois encablures de l'avant, se confondent en un seul par l'effet de l'irradiation, et présentent de cette manière l'apparence d'un fanal unique. Ce dernier système s'applique exclusivement aux bâtiments qui n'ont pas de hunier.

Au moyen de ces dispositions, les prescriptions de l'arrêté du gouvernement, du 14 octobre 1848, sont aisées à exécuter, et il est fort essentiel de tenir la main à ce qu'elles soient ponctuellement observées.

Il convient d'ailleurs de remarquer que l'administration n'impose pas aux propriétaires de navires à vapeur l'obligation de s'approvisionner chez tel ou tel fabricant des

fanaux nécessaires à leur navigation ; à cet égard toute liberté est laissée à l'industrie. Mais ce qu'il est du droit et du devoir de l'administration d'exiger, c'est que les appareils d'éclairage dont on fera usage satisfassent au règlement, qu'ils offrent, quant à l'amplitude, à la portée et à la distribution des feux, les conditions que ce règlement a déterminées.

Il conviendra donc d'insérer à l'avenir, dans tous les permis de navigation des navires à vapeur qui naviguent sur mer et font des voyages de nuit, un article portant qu'ils devront avoir à bord des fanaux du genre de ceux qui sont employés par la marine de l'État, ou des fanaux fabriqués d'après d'autres modèles, mais *remplissant*, comme ceux-là, les conditions fixées dans l'instruction annexée à l'arrêté du 14 octobre 1848.

La même disposition devra être prescrite pour les navires déjà permissionnés et qui ne se trouveraient pas encore complétement en règle sous ce rapport.

Je joins ici, à cet effet, des exemplaires de la présente circulaire, pour être distribués, comme l'ont été dans le temps l'arrêté et l'instruction précités, aux armateurs, aux chambres de commerce et aux commissions de surveillance instituées dans les ports.

Je ne saurais d'ailleurs, en terminant, trop recommander à votre sollicitude, monsieur le préfet, et aux soins des commissions de surveillance, la stricte exécution des mesures dont il s'agit : la sécurité du commerce, la sûreté des voyageurs y sont essentiellement intéressées. On sait en effet combien de malheurs peuvent causer les abordages, et combien l'on y serait exposé, surtout dans les mers resserrées et fréquentées, si les précautions indispensables n'étaient pas prises. En se conformant exactement sur chaque navire au système d'éclairage ci-dessus décrit, on préviendra le retour de ces funestes accidents.

Veuillez, monsieur le préfet, m'accuser réception de la présente, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
P. MAGNE.

A M.

Tarif. — Décret du 28 avril 1851, qui modifie le tarif de sortie sur les chevaux et le plâtre.

Paris, le 10 mai 1851.

Un décret du 28 avril dernier, inséré au Bulletin des lois du 2 du mois courant (1), autorise l'exportation en franchise de chevaux de toute espèce (*chevaux entiers*, *hongres*, *juments et poulains*), et réduit à un centime le droit de sortie du plâtre préparé.

Je transmets ce décret avec la présente et je prie les directeurs d'en porter les dispositions à la connaissance du service et du commerce.

Il demeure, du reste, entendu que l'immunité du droit de sortie ne dispense pas le commerce de l'accomplissement des obligations qui lui sont imposées par le titre II de la loi du 22 août 1791, en ce qui concerne les déclarations et la présentation à la visite des marchandises exportées. De leur côté, les employés doivent constater exactement ces exportations et en faire écriture pour la rédaction des états de commerce.

Le directeur de l'administration des douanes,
Thre GRÉTERIN.

A M. le Préfet d

Demande de renseignements statistiques pour l'année 1850.

Paris, le 23 mai 1851.

Monsieur le préfet, l'année dernière, et par une circulaire en date du 9 août 1850, mon prédécesseur vous a fait connaître dans quelle forme doivent être présentés les renseignements statistiques que, chaque année, MM. les ingénieurs des mines sont chargés de recueillir dans le cours de leurs tournées. Les instructions de cette circulaire ont été généralement comprises et fidèlement exécutées par MM. les ingénieurs, pour ce qui concerne les documents relatifs à l'année 1849, et je ne puis que leur adresser mes remercîments du soin avec lequel ils ont cherché à répondre aux intentions de l'administration supérieure.

Maintenant, le moment est venu de s'occuper de l'année 1850, et je viens en conséquence, monsieur le préfet,

---

(1) *Voir* le décret à sa date (28 avril 1851), *suprà*, page 761.

vous adresser les modèles de tableaux qui doivent être remplis pour cette année. Ces modèles sont, d'ailleurs, à très-peu de chose près, conformes à ceux qui accompagnaient la circulaire du 9 août, et les légers changements qui y ont été apportés s'expliquent trop bien d'eux-mêmes pour que je croie utile d'entrer dans aucune explication spéciale à leur égard.

Je me bornerai donc à recommander à MM. les ingénieurs d'apporter, dans la recherche des renseignements qu'ils auront à fournir, le soin le plus scrupuleux et la plus minutieuse exactitude; et je les prie, en outre, de se référer, pour la manière dont leur travail doit être rédigé, aux instructions de la circulaire ci-dessus mentionnée de mon prédécesseur.

MM. les ingénieurs devront, monsieur le préfet, comme l'année passée, vous adresser, après les avoir remplis, les tableaux dont je vous envoie ci-joints les modèles, et vous voudrez bien, à votre tour, me les transmettre avec les observations et renseignements supplémentaires que vous jugeriez utile d'y ajouter. Je désire, d'ailleurs, qu'ils me parviennent au plus tard à la fin d'août, et j'espère que ce délai pourra ne pas être excédé. Je compte, à cet égard, sur l'activité et le zèle accoutumés de MM. les ingénieurs.

Je vous prie de m'accuser réception de cette circulaire, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le ministre des travaux publics,
P. MAGNE.

Exécution de la loi sur les avances aux ouvriers.

A M. le préfet d

Paris, le 14 juin 1851.

Monsieur le préfet, une loi en date du 21 mai dernier (1) vient de modifier les articles 7, 8 et 9 de l'arrêté du 9 frimaire an XII, concernant les avances faites aux ouvriers par leurs patrons. Aux termes des articles précités, l'ouvrier qui avait reçu de son patron des avances

(1) *V. suprà*, page 762.

sur son salaire à venir ne pouvait exiger la remise de son livret ni la délivrance de son congé qu'après avoir acquitté sa dette. S'il était obligé de se retirer, parce qu'on lui refusait du travail ou son salaire, le patron avait le droit de mentionner la dette sur le livret, et le chef d'industrie qui employait ultérieurement l'ouvrier, était tenu de faire, jusqu'à entière libération, au profit du créancier, une retenue de deux dixièmes au plus sur le salaire journalier du débiteur. Ces dispositions avaient eu pour objet de faciliter aux ouvriers le moyen de se procurer d'utiles ressources dans les cas de nécessité; mais les avances n'étaient pas toujours renfermées dans de justes limites, et lorsqu'elles cessaient d'être en proportion avec les économies possibles du travailleur, elles le condamnaient à rester presque indéfiniment dans les liens d'un engagement dont le terme prévu était expiré, et l'empêchaient d'en contracter un nouveau qui lui aurait été plus avantageux. Pour prévenir ce résultat, sans enlever à l'ouvrier une aussi utile ressource, on a limité le privilége du patron. Aux termes de la nouvelle loi, lorsqu'un ouvrier aura terminé et livré l'ouvrage qu'il se sera engagé à faire, ou lorsqu'il aura travaillé pendant le temps convenu, ou lorsqu'on lui refusera de l'ouvrage ou son salaire, son livret devra lui être remis, quand même il resterait débiteur d'avances envers son patron; ce dernier pourra seulement, le cas échéant, inscrire la dette sur le livret jusqu'à concurrence de trente francs, et cette somme devra être retenue par le patron qui emploiera ultérieurement le débiteur, dans la limite du dixième de son salaire journalier. *Ces modifications au régime antérieur doivent être portées à la connaissance des parties intéressées par les moyens de publicité dont l'administration dispose.* Il importe surtout de les exposer en détail aux conseils de prud'hommes, qui sont spécialement chargés de juger les contestations relatives à la remise des livrets.

La loi renferme une disposition transitoire qui nécessite des instructions particulières. Aux termes de l'article 6, l'arrêté de l'an XII continuera à recevoir son exécution pour les avances dues antérieurement à la promulgation de la loi; mais, 1° les livrets ne pourront être retenus pour assurer le remboursement de ces avances; 2° les patrons ne pourront refuser de recevoir ce remboursement

en argent ni l'exiger en travail; 3° le montant desdites avances devra être arrêté et inscrit sur le livret, et l'inscription devra être légalisée par le président du conseil de prud'hommes, ou, à son défaut, par le juge de paix, *dans le délai de deux mois à partir de la promulgation de la présente loi*; sinon les avances seront soumises au droit commun. L'attention des fonctionnaires mentionnés ci-dessus devra être particulièrement appelée sur l'obligation que cet article leur impose.

Je compte sur vos soins, monsieur le préfet, pour accomplir, en ce qui vous concerne, le vœu de la loi dont il s'agit, et je vous prie de m'accuser réception de cette circulaire.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le ministre de l'agriculture et du commerce,
BUFFET.

PERSONNEL.

Décisions intervenues dans le cours du 1[er] semestre 1851.

DÉCRETS DU PRÉSIDENT DE LA RÉPUBLIQUE.

Décret du 9 *janvier* 1851. — M. Magne est nommé ministre des travaux publics.

Décret du 16 *janvier* 1851. — M. Bineau, ingénieur en chef des mines, ancien ministre, est élevé au grade de commandeur dans l'ordre national de la Légion d'honneur.

Décret du 24 *janvier* 1851. — M. Magne reste chargé des fonctions de ministre des travaux publics.

Décret du 5 *février* 1851. — M. Méniolle de Cizancourt, élève-ingénieur hors de concours, est nommé ingénieur ordinaire de troisième classe au corps des mines.

Décret du 25 *février* 1851. — MM. Cumenge, Coulard-Descos, Lan, Blavier, Castel et Sens, élèves-ingénieurs hors de concours, sont nommés ingénieurs ordinaires de troisième classe au corps des mines.

Décret du 14 *mai* 1851. — M. Beudant, élève-ingénieur hors de concours, est nommé ingénieur ordinaire de troisième classe au corps des mines.

Décret du 31 *mai* 1851. — M. Sauvage, ingénieur en chef des mines, chargé du service du matériel du chemin de fer de Paris à Lyon, est nommé officier de l'ordre national de la Légion d'honneur.

DÉCISIONS MINISTÉRIELLES.

Arrêté du 8 *janvier* 1851. — M. Méniolle de Cizancourt, élève-ingénieur des mines, à Pau, est chargé du

service du sous-arrondissement minéralogique de Vicdessos.

Arrêté du 8 *janvier* 1851. — M. Jutier, ingénieur ordinaire, à Périgueux, est chargé du service du sous-arrondissement de Colmar.

Décision du 16 *janvier* 1831. — Le garde-mines attaché à la surveillance des bateaux à vapeur dans le département de Lot-et-Garonne, réunira à ses attributions le service des mines de ce département.

Arrêté du 28 *janvier* 1851. — M. Cumenge, élève-ingénieur hors de concours, est attaché, pour une année, au bureau d'essais de l'École des mines.

— M. Descos, élève-ingénieur hors de concours, est mis, pour une année, à la disposition de M. Regnault, ingénieur en chef des mines, chargé d'expériences sur les propriétés de la vapeur.

— M. Lan, élève-ingénieur hors de concours, est nommé professeur de chimie et de métallurgie à l'École des mineurs de Saint-Étienne.

— M. Blavier, élève-ingénieur hors de concours, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique d'Angers.

— M. Castel, élève-ingénieur hors de concours, est chargé du service du sous-arrondissement minéralogique de Privas.

Décision du 20 *mars* 1851, *qui modifie la circonscription des divisions et des arrondissements minéralogiques mentionnés au tableau suivant.*

(EXTRAIT.)

DIVISION DU SUD-EST.

(Elle est circonscrite à 12 départements composant les arrondissements de Grenoble et d'Alais.)

Arrondissement d'Alais.

Sous-arrondissements.	ALAIS.	Gard.
	MONTPELLIER.	Hérault.
	PRIVAS.	Lozère Ardèche.

Arrondissement de Grenoble (maintenu sans modification).

DIVISION DU SUD-OUEST.

(Elle comprend 14 départements formant les arrondissements de Toulouse, Bordeaux et Villefranche.)

Arrondissement de Toulouse.

Sous-arrondissements.	Toulouse.	Haute-Garonne. Hautes-Pyrénées.
	Vicdessos.	Ariége.
	Carcassonne.	Pyrénees-Orientales. Aude.

Arrondissement de Bordeaux.

Sous-arrondissements.	Bordeaux.	Gironde. Lot-et-Garonne.
	Mont-de-Marsan.	Gers. Basses-Pyrénées. Landes.

Arrondissement de Villefranche (maintenu sans modification).

DIVISION DE L'OUEST.

(Elle comprend 14 départements composant les arrondissements de Périgueux et de Nantes.)

Arrondissement de Périgueux.

Sous-arrondissements.	Périgueux.	Dordogne. Charente. Charente-Inférieure.
	Guéret.	Corrèze. Creuse. Indre. Haute-Vienne.

Arrondissements de Nantes.

Sous-arrondissements.	Nantes.	Loire-Inférieure.
	Angers.	Maine-et-Loire. Vendée. Deux-Sèvres.
	Tours.	Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Vienne.

DIVISION DU NORD.

Arrondissement de Valenciennes.

Sous-arrondissements.	Valenciennes.	Nord. Sous-préfectures de Valenciennes, Cambrai et Avesnes.
	Lille.	Nord. Sous-préfectures de Lille, Douai, Dunkerque et Hazebrouck.
	Arras.	Pas-de-Calais (maintenu sans modification).

DIVISION DU CENTRE.

Arrondissement de Saint-Étienne.

Sous-arrondissements.	SAINT-ÉTIENNE. . . .	Loire (moins les 3 cantons de justice de paix : Rive-de-Gier, St-Chamond et Pélussin)
	RIVE-DE-GIER.	Loire. Cantons de justice de paix de Rive-de-Gier, St-Chamond et Pélussin
	LYON.	Rhône (maintenu sans modification).

Arrêté du 29 *mars* 1851.

Art. 1er. — DIVISION DU SUD-OUEST.

M. de Boucheporn, ingénieur ordinaire, chargé du sous-arrondissement de Toulouse, fera provisoirement l'intérim du sous-arrondissement de Carcassonne, formé des deux départements des Pyrénées-Orientales et de l'Aude.

M. Manès, ingénieur en chef à Bordeaux, est chargé de l'arrondissement minéralogique de Bordeaux, comprenant les départements de la Gironde, de Lot-et-Garonne, du Gers, des Basses-Pyrénées et des Landes.

Il fera provisoirement le service d'ingénieur ordinaire pour les départements de la Gironde et de Lot-et-Garonne.

M. Sens, ingénieur ordinaire de troisième classe, est chargé du sous-arrondissement minéralogique de Mont-de-Marsan, composé des trois départements des Landes, du Gers et des Basses-Pyrénées.

Il résidera à Mont-de Marsan.

Art. 2. — DIVISION DE L'OUEST.

M. Marrot, ingénieur en chef, à Angoulême, est chargé de l'arrondissement minéralogique de Périgueux, comprenant les départements de la Dordogne, de la Charente, de la Charente-Inférieure, de la Corrèze, de la Creuse, de l'Indre et de la Haute-Vienne.

Il fera provisoirement le service d'ingénieur ordinaire pour les trois départements de la Dordogne, de la Charente et de la Charente-Inférieure, et résidera à Périgueux.

M. Bochet, ingénieur ordinaire, à Nantes, est chargé

du sous-arrondissement minéralogique de Guéret, formé des quatre départements de la Creuse, de la Corrèze, de l'Indre et de la Haute-Vienne.

Il résidera à Guéret.

M. Gruner, ingénieur en chef de l'arrondissement de Poitiers, qui est supprimé, sera chargé de l'arrondissement minéralogique de Nantes, composé des départements de la Loire-Inférieure, de Maine-et-Loire, de la Vendée, des Deux-Sèvres, d'Indre-et-Loire, de Loir-et-Cher et de la Vienne.

Il résidera à Nantes, et fera provisoirement le service d'ingénieur ordinaire pour le département de la Loire-Inférieure.

Arrêté du 12 *avril* 1851. — Sont nommés ingénieurs ordinaires des mines de deuxième classe, MM. les ingénieurs de troisième classe Benoît, Roger, Commines de Marsilly, Lamé-Fleury, Bère et Arnoux.

Arrêté du 12 *avril* 1831. — M. Meugy, ingénieur ordinaire des mines de deuxième classe, est élevé à la première classe.

Décision du 12 *avril* 1851. — M. Renouf, ingénieur ordinaire des mines, est placé, sur sa demande, dans le cadre de réserve.

Arrêté du 29 *avril* 1851. — M. Beudant, élève-ingénieur hors de concours, est attaché au bureau d'essai de l'École des mines jusqu'au 1[er] janvier 1852.

Arrêté du 14 *juin* 1851. — M. Gervaize, ingénieur de la marine, est nommé membre de la commission centrale des machines à vapeur, en remplacement de M. Lamaëstre.

Extrait du Moniteur *du* 25 *mai* 1851.

Ecole des mineurs de St-Etienne.

Sur le rapport du conseil d'administration de l'École des mineurs de Saint-Étienne, et d'après le résultat des examens des années scolaires 1847, 1848 et 1849, des

brevets de première et de deuxième classe ont été délivrés aux élèves dont les noms suivent :

BREVETS DE PREMIÈRE CLASSE.

MM.

Coissieu (François-Philippe), de Saint-Péray (Ardèche).
Ollier (Pierre-Hector), de Thizy (Rhône).
Guillot (François), de Clermont (Puy-de-Dôme).
Luyton (Henri-Auguste), de Châteaubourg (Ardèche).

BREVETS DE DEUXIÈME CLASSE.

MM.

Rouquayrol (Benoît-Basilide), d'Espalion (Aveyron).
De Folin (Louis-Magloire), d'Épinal (Vosges).
Mittre (Jules-Louis-Marius), d'Aix (Bouches-du-Rhône).
Granet (Jean-Arthur), de Viverols (Puy-de-Dôme).
Littaut (Bernard), de Buxy (Saône-et-Loire).
Maintenon (Louis-Denis), d'Angoulême (Charente).
Danton (Jacques-Désiré), de Chemillé (Maine-et-Loire).
Hospital (Antoine), de Saint-Étienne (Loire).
De Saint-Phalle (Gustave-Georges), de Saint-Bonin-d'Azy (Nièvre).
Tapon-Chollet (François-Amable), d'Aigueperse (Puy-de-Dôme).
Robert (Francisque-Eugène), de Saint-Étienne (Loire).
Lamy (Benoît), de Saint-Genis-Laval (Rhône).
Tracol (Alphonse), de Tain (Drôme).
Dugnol (François-Joseph), d'Hérignies (Nord).
Maisonneuve (Claude), de Saint-Étienne (Loire).
Marcorelle (Louis-Joseph), de Sauclières (Aveyron).
Pierredon (Laurent-Henry-Joly-Victor), du Grand-Sacconnex (Suisse).
Delaval (Victor), de Lyon (Rhône).

On croit devoir rappeler au public les conditions auxquelles ont à satisfaire les élèves de l'École des mineurs de Saint-Étienne pour obtenir le titre d'élève breveté. L'extrait ci-dessous du règlement donnera en même temps aux chefs d'établissements industriels la mesure des services que les élèves peuvent rendre même en dehors de leur spécialité, soit comme surveillants, soit comme directeurs de travaux.

Extrait du règlement de l'École des mineurs de Saint-Étienne, en date du 28 mars.

Art. 22. Il y a trois classes d'élèves brevetés.

PREMIÈRE CLASSE. Sont élèves brevetés de premier degré ceux qui, s'étant distingués également dans toutes les branches de l'enseignement de l'École, sont jugés propres à rendre des services à l'industrie et à occuper des postes dans les établissements des mines et usines.

Ils doivent bien connaître :

1° L'arithmétique (comprenant la tenue des livres);

2° L'algèbre, jusqu'aux équations du deuxième degré inclusivement;

3° La géométrie des lignes, surfaces et solides;

4° La trigonométrie rectiligne et la levée des plans souterrains et de surface;

5° La mécanique, y compris la description des machines employées dans les mines et usines;

6° La minéralogie: connaissance des substances les plus employées;

7° La géologie : connaissance des terrains et du gisement des substances exploitées;

8° L'exploitation des mines, y compris la préparation qu'on fait subir aux minerais avant de les livrer aux usines;

9° La chimie appliquée à l'analyse des substances minérales et de leurs produits;

10° La métallurgie : art de traiter en grand les métaux utiles;

11° La géométrie descriptive, comprenant les notions générales des ombres, de la coupe des pierres, de la charpente et de la perspective;

12° Le dessin graphique et le lavis appliqués aux plans de mines, d'usines, de surface et de machines diverses;

13° La connaissance des matériaux de construction et l'art de construire appliqué aux mines, usines et voies de transport.

DEUXIÈME CLASSE. Sont élèves brevetés de deuxième classe ceux qui ont acquis des connaissances positives dans toutes les parties ci-dessus de l'enseignement de

l'École, mais qui cependant les possèdent à un degré moins élevé.

TROISIÈME CLASSE. Sont élèves brevetés de troisième classe ceux qui, n'ayant pu suivre avec succès toutes les parties de l'enseignement, possèdent néanmoins l'instruction et l'intelligence nécessaires pour être chefs d'atelier.

Ils doivent connaître :

1° L'arithmétique, la tenue des livres, la géométrie;

2° La théorie des machines simples et le jeu des principales machines employées dans les mines et usines;

3° Les minéraux les plus importants, leurs *gisements*, l'ordre général de la superposition des terrains *et les* caractères saillants de ces terrains;

4° Les méthodes principales d'exploitation des mines, comprenant l'art de pratiquer des excavations, les assécher, les étayer, les éclairer, les aérer, enfin l'art d'en élever les produits à la surface : ils devront connaître l'emploi de la sonde pour les cas de recherches;

5° La manière de faire l'essai par la voie sèche des substances minérales et les méthodes générales employées en grand pour en extraire les métaux utiles;

6° Le dessin linéaire, la levée des plans de mines, de surfaces, de machines et de fourneaux d'usines.

Chaque brevet délivré indiquera la classe de l'élève et sera accompagné de l'extrait du règlement relatif à la classification des élèves.

Aucun autre certificat ne pourra être délivré aux élèves sous quelque forme que ce soit.

Art. 33. Les noms des élèves qui auront obtenu des brevets de première et de deuxième classe seront portés à la connaissance du public, etc.

École des mineurs de St-Étienne.

Extrait du Moniteur *des* 30 *et* 31 *mai* 1851. — *Concours pour l'admission à l'École des mineurs de Saint-Étienne* (*Loire*).

ANNÉE SCOLAIRE 1851-1852.

Cette école est destinée à former des directeurs d'exploitation et d'usines minéralurgiques et des conducteurs gardes-mines.

L'enseignement est gratuit. Il a pour objet:

L'exploitation des mines, la connaissance des principales substances minérales et de leur gisement, ainsi que l'art de les essayer et de les traiter; les éléments de mathématiques, les notions les plus essentielles sur la résistance, la nature et l'emploi des matériaux en usage dans les constructions relatives aux mines, usines et voies de transport, la tenue des livres en partie double, la levée des plans et le dessin.

Des brevets de capacité de différents degrés sont délivrés, à leur sortie de l'Ecole, aux élèves qui s'en sont rendus dignes par leur capacité et leur bonne conduite.

Mode et conditions d'admission.

Les connaissances exigées pour l'admission à l'Ecole des mineurs de Saint-Étienne, sont:

La langue française,

L'arithmétique,

Le système légal des poids et mesures,

La géométrie élémentaire,

L'algèbre jusques et y compris les équations du 2e degré,

Les éléments du dessin linéaire.

Les candidats possédant des connaissances plus étendues que celles mentionnées au programme pourront demander qu'elles soient constatées par l'examinateur.

Les candidats ne peuvent être admis avant l'âge de seize ans ni après vingt-cinq ans révolus, sauf les militaires et marins libérés du service qui pourront se présenter jusqu'à l'âge de vingt-huit ans.

Ils devront justifier, par un certificat des autorités du lieu de leur domicile, qu'ils sont de bonne vie et mœurs.

Ils devront prouver aussi qu'ils ont été vaccinés ou qu'ils ont eu la petite vérole.

Pour être admis à concourir aux places annuellement vacantes à l'École des Mineurs, les candidats subiront un examen préalable devant un ingénieur des mines désigné à cet effet.

Seront réputés admissibles et dispensés en conséquence de l'épreuve préalable les candidats qui auront subi l'examen d'admission à l'École polytechnique.

Le concours définitif aura lieu à Saint-Étienne devant le conseil de l'École constitué en jury d'examen. Les can-

didats déclarés admissibles seront informés directement de l'époque à laquelle s'ouvrira le concours. L'admission des Élèves sera prononcée par le ministre sur la liste par ordre de mérite dressée par le jury d'examen.

Les élèves sont tenus de se procurer les livres et autres objets nécessaires à leur instruction.

Les examens préalables seront ouverts du 1er août au 15 septembre de cette année.

Un avis officiel, inséré dans les journaux des départements, indiquera les jours, au nombre de dix au moins, choisis par les ingénieurs, dans la période mentionnée plus haut, pour examiner les candidats.

Si, par une circonstance imprévue, l'un des examinateurs désignés se trouvait empêché de procéder aux examens préalables, il serait suppléé par l'ingénieur des ponts-et-chaussées de la localité.

Liste des examinateurs désignés pour procéder aux examens en 1851.

MM.

Peschart d'Ambly, ingénieur ordinaire des mines, à Dijon
Arnoux, ingénieur ordinaire, à Saint-Étienne.
De Saint-Léger, ingénieur en chef, à Rouen.
Blavier, ingénieur ordinaire, à Angers.
Bochet, ingénieur ordinaire, à Guéret.
Bossey, ingénieur ordinaire, à Vesoul.
De Boucheporn, ingénieur ordinaire, à Toulouse.
Boyé, ingénieur ordinaire, à Besançon.
Cacarrié, ingénieur ordinaire, à Montpellier.
Castel, ingénieur ordinaire, à Privas.
De Cizancourt, ingénieur ordinaire, à Vicdessos (Ariége).
Comte, ingénieur ordinaire, à Valenciennes.
Meugy, ingénieur ordinaire, à Lille.
Daubrée, ingénieur ordinaire, à Strasbourg.
Descottes, ingénieur ordinaire, à Tours.
Diday, ingénieur ordinaire, à Marseille.
Drouot, ingénieur en chef, à Chaumont.
Dupont, ingénieur ordinaire, à Alais (Gard).
Durocher, ingénieur ordinaire, à Rennes.
Dusouich, ingénieur ordinaire, à Arras.
Fénéon, ingénieur en chef, à Avignon.
Gruner, ingénieur en chef, à Nantes.

G. de Nerville, ingénieur ordinaire, à Lyon.
Harlé, ingénieur ordinaire, à Caen.
De Hennezel, ingénieur en chef, au Mans.
Jacquot, ingénieur ordinaire, { à Metz. / à Mézières.
Jutier. ingénieur ordinaire, à Colmar.
Lamé-Fleury, ingénieur ordinaire, à Paris.
Manès, ingénieur en chef, à Bordeaux.
Marrot, ingénieur en chef, à Périgueux.
De Marsilly, ingénieur ordinaire, à Amiens.
Meissonnier, ingénieur ordinaire, à Draguignan.
Mœvus, ingénieur ordinaire, à Châlon-sur-Saône.
Pigeon, ingénieur ordinaire, à Moulins.
Reverchon, ingénieur en chef, à Troyes.
Roger, ingénieur ordinaire, à Grenoble.
Senez, ingénieur en chef, à Villefranche (Aveyron).
Sens, ingénieur ordinaire, à Mont-de-Marsan.
Tournaire, ingénieur ordinaire, à Clermont.
Trautmann, ingénieur ordinaire, à Rodez.

Extrait du Moniteur *du 3 juin* 1851. — *Programme pour l'admission des élèves externes à l'École nationale des mines.*

(ANNÉE SCOLAIRE 1851-1852.)

Connaissances exigées pour l'admission.

Art. 1er. Les connaissances exigées pour l'admission des élèves externes à l'École nationale des mines sont :

1° L'arithmétique et l'exposé du système métrique ;

2° L'algèbre, comprenant la résolution des équations des deux premiers degrés, la démonstration du binôme de Newton (dans le cas seulement des exposants entiers et positifs) ;

3° La théorie des proportions et progressions, celle des logarithmes, l'usage des tables et les applications aux questions d'intérêts composés, d'annuités et d'amortissement ;

4° La géométrie élémentaire, la trigonométrie rectiligne et l'usage des tables de sinus ;

5° Les éléments de géométrie analytique à deux dimen-

sions, comprenant la discussion des équations de la ligne droite et du cercle, les propriétés principales des sections coniques, ainsi que le tracé graphique d'une courbe plane dont l'équation est donnée;

6° Les éléments de statique.

Art. 2. Les candidats seront tenus de copier une tête d'après l'un des dessins qui leur seront présentés.

Conditions d'admission.

Art. 3. Les candidats seront âgés de dix-huit ans au moins, et de vingt-cinq ans au plus.

Ils devront prouver, par un certificat des autorités du lieu de leur domicile, qu'ils sont de bonnes vie et mœurs.

Ils devront aussi prouver qu'ils ont été vaccinés ou qu'ils ont eu la petite vérole.

Mode d'admission.

Art. 4. Les candidats subiront un examen préalable devant un ingénieur des mines, qui sera désigné à cet effet par le ministre des travaux publics.

Art. 5. Seront déclarés admissibles ceux qui, dans cet examen, auront prouvé qu'ils possèdent toutes les connaissances énoncées ci-dessus, articles 1 et 2.

Art. 6. Seront aussi déclarés admissibles ceux qui ne posséderaient pas les connaissances exigées sous le n° 5 de l'article 1er et par l'article 2, s'ils répondent d'une manière distinguée aux questions relatives aux connaissances prescrites sous les nos 1, 2, 3, 4 et 6 de l'article 1er.

Art. 7. Seront enfin réputés admissibles et dispensés de l'examen préalable les élèves de l'École polytechnique et les candidats qui ont fait ou qui feraient encore partie d'une liste d'admissibles à cette école.

Art. 8. Les candidats déclarés admissibles suivant les articles 5 et 6, ou réputés admissibles suivant l'article 7, auront le droit de suivre tous les cours de l'École des mines; mais ils ne pourront prendre part aux exercices du laboratoire ni aux travaux graphiques qui sont réservés aux seuls élèves externes.

Art. 9. Les candidats déclarés admissibles subiront un examen à Paris devant le conseil de l'École.

Le conseil déterminera l'ordre de mérite des candidats,

et en adressera la liste au ministre, qui statuera sur l'admission.

Cette liste sera accompagnée d'une colonne d'observations contenant les notes qui pourraient tendre à faire donner la préférence, à égalité de mérite, à tel ou tel candidat, comme, par exemple, aux fils de directeurs ou de concessionnaires de mines, de chefs ou de propriétaires d'usines minéralurgiques.

Art. 10. Les examens préalables auront lieu du 1er juillet au 15 octobre. La demande en autorisation d'examen sera adressée au ministre des travaux publics, qui désignera l'ingénieur devant lequel le candidat devra se présenter.

L'examen définitif aura lieu à Paris, dans la première quinzaine de novembre.

Art. 11. Les élèves seront tenus de se procurer les objets suivants :

Un étui de mathématiques semblable à celui qui est exigé à l'École polytechnique ;

Trois règles et une équerre ;

Un grand carton ;

Une boîte de couleurs avec godets et soucoupes ;

Un tablier de laboratoire.

Nota. Le but principal de l'institution des élèves externes est de former des directeurs d'exploitation et d'usines métallurgiques. Cependant l'élévation et la variété d'un enseignement fondé sur la physique, la chimie et la mécanique, sur les sciences naturelles, sur la technologie minérale, la construction et les chemins de fer, les exercices pratiques de l'art de l'ingénieur, enfin sur les notions générales de droit appliquées à la science administrative, sont éminemment propres à compléter toute éducation libérale, à préparer aux positions diverses du commerce et de l'industrie. Les élèves externes brevetés e l'École nationale des mines figurent parmi les candidats qui sont appelés à concourir pour les fonctions d'auditeur au conseil d'État.

Les cours préparatoires comprennent la physique et la mécanique, la chimie générale, la géométrie descriptive et ses applications, avec quelques notions de calcul infinitésimal, enfin des exercices pratiques de dessin et de langue étrangère.

Sur la demande des ambassadeurs et chargés d'affaires des puissances étrangères, et par décision spéciale du ministre des travaux publics, l'École des mines reçoit, en outre, des élèves étrangers qui peuvent être admis à suivre les mêmes exercices que les élèves ingénieurs et les élèves externes.

L'enseignement est gratuit pour toutes les catégories d'élèves.

Sur les rapports du conseil central des Écoles des mines, ont été nommés élèves brevetés de l'École des mines, savoir :

Décision du 10 *février* 1851.

MM.

Lagrange (Urbain-Aimable-Pierre-Victor-Louis-Émile), de Chasseaux (Indre-et-Loire).

Décision du 21 *mai* 1851.

Moisson-Desroches (Gustave-Louis-Léger-Désirée), de Paris.

Décision du 11 *juillet* 1851.

Lefebvre (Henri-Auguste), de Chartres (Eure-et-Loir).
Bernard (Auguste François-Lætaré), de Nantua (Ain).
Roswag (Clément), de Schélestadt (Bas-Rhin).
Monsanto (Louis Jacob-Vaast), des Antilles.
Geoffroy (Édouard-Louis-Dominique), de Paris.
Martenot (Charles-Auguste), d'Ancy-le-Franc (Yonne).

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS.

ÉTAT GÉNÉRAL DU PERSONNEL DES MINES,

AU 1er JUILLET 1851.

M. MAGNE (O ✻), *MINISTRE.*

M. BOULAGE (O ✻), *SECRÉTAIRE GÉNÉRAL.*

ADMINISTRATION CENTRALE.

DIVISION DU PERSONNEL.

MM.

BOULAGE (O ✻), Secrétaire général, chargé de la division du Secrétariat général et du Personnel.

NANTA ✻, Chef de bureau.

DIVISION DES MINES.

DE BOUREUILLE (O ✻), Chef de division.

1er *Bureau*. Recherches et concessions de mines.—Études de terrains, topographies souterraines.—Surveillance des mines, minières, tourbières, carrières.—Sociétés anonymes et autres. — Secours, encouragements. — Machines et bateaux à vapeur.

JABINEAU ✻, Chef de bureau.

2e *Bureau*. Usines métallurgiques. — Réunion des documents statistiques sur les mines et usines.—Comptes-rendus.—Annales des mines.—Cartes géologiques. —Collections.—Laboratoires de chimie.—Redevances des mines. — Questions de douanes, d'octrois. — Questions techniques, etc.

Ce bureau est placé sous la direction du chef de la division.

DIVISION DE LA COMPTABILITÉ.

GAUTIER-DAGOTY ✻, Chef de division.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le Conseil est présidé par le Ministre; les Inspecteurs généraux, présents au Conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

MM.

CORDIER (C ✱), Membre de l'Académie des Sciences, chargé de présider le Conseil en l'absence du Ministre, rue Cuvier, n° 35.

DE BONNARD (C ✱), Membre de l'Académie des Sciences, rue de la Ville-l'Évêque, n° 26.

MIGNERON (O ✱), rue de Grenelle-Saint-Germain, 123.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

MM.

CHÉRON (O ✱), rue Saint-Georges, n° 25.

DUFRÉNOY (C ✱), Membre de l'Académie des Sciences, rue d'Enfer, n° 80.

ÉLIE DE BEAUMONT (C ✱), Membre de l'Académie des Sciences, rue de Varennes, n° 10.

THIRRIA (O ✱), rue de Vaugirard, n° 28.

COMBES (O ✱), Membre de l'Académie des Sciences, rue du Regard, n° 3.

INGÉNIEUR EN CHEF, SECRÉTAIRE DU CONSEIL.

M. LEVALLOIS (O ✱), rue de Bellechasse, n° 44.

COMMISSION CENTRALE DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

CORDIER (C ✵), Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences, *Président*.

DE BONNARD (C ✵), Inspecteur général des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.

KERMAINGANT (C ✵), Inspect. gén. des Ponts-et-Ch. (en retraite).

THIRRIA (O ✵), Inspecteur général des Mines.

COMBES (O ✵), Insp. gén. des Mines, Membre de l'Acad. des Sciences.

LAMÉ ✵, Ing. en ch. des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.

MARY (O ✵), Inspecteur divisionnaire des Ponts-et-Chaussées.

BÉLANGER ✵, Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.

REGNAULT (O ✵), Ing. en ch. des Mines, Membre de l'Académie des Sciences.

GERVAIZE, ingénieur de la marine.

LORIEUX ✵, Ing. en ch. des Mines, *Secrétaire*, rue Taranne, n° 10.

PHILLIPS, Ingénieur ordinaire, *Secrétaire adjoint*, rue Blanche, n° 8.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.

CORDIER (C ✵), Inspecteur général, *Président*.

DE BONNARD (C ✵), Inspecteur général.

MIGNERON (O ✵), Inspecteur général.

CHÉRON (O ✵), Inspecteur général.

DUFRÉNOY (C ✵), Inspecteur général, Directeur de l'École des Mines.

ÉLIE DE BEAUMONT (C ✵), Inspecteur général, Professeur à l'École des Mines.

COMBES (O ✵), Inspecteur général, Professeur à l'École des Mines.

THIRRIA (O ✵), Inspecteur général.

LEVALLOIS (O ✵), Ing. en ch., Secrétaire du Conseil général des Mines.

DE BOUREUILLE (O ✵), Ing. en ch., Chef de la division des mines.

LE PLAY ✵, Ingénieur en chef, Professeur à l'École des Mines.

DE SÉNARMONT ✵, Ing. en chef, Prof. à l'Éc. des Mines.

DE CHEPPE (O ✵), chef de division en retraite.

MICHEL-CHEVALIER (O ✵), Ing. en chef des Mines.

EBELMEN ✵, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines.

REYNAUD, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines.

COUCHE, Ingénieur ordinaire, Professeur à l'École des Mines, *secrétaire*, rue du Dragon, 30.

INSPECTIONS GÉNÉRALES DU SERVICE DES MINES.

Désignation des inspections.	Départements qui composent chaque inspection.	Inspecteurs généraux.
Nord.	Seine, Seine-et-Oise, Loiret, Seine-et-Marne, Nord, Pas-de-Calais, Somme, Aisne, Oise.	DUFRÉNOY (C ✱).
Nord-Est. .	Ardennes, Meuse, Marne, Aube, Yonne, Meurthe, Moselle, Bas-Rhin, Vosges, Haut-Rhin. . .	COMBES (O ✱).
Est.	Haute-Saône, Haute-Marne, Côte-d'Or, Saône-et-Loire, Ain, Doubs, Jura.	CHÉRON (O ✱).
Centre. . . .	Loire, Rhône, Cantal, Puy-de-Dôme, Haute-Loire, Cher, Allier, Nièvre.	THIRRIA (O ✱).
Sud-Est. . .	Bouches-du-Rhône, Vaucluse, Var, Basses-Alpes, Corse, Isère, Hautes-Alpes, Drôme, Ardèche, Lozère, Gard, Hérault.. . . .	DE BONNARD (C ✱).
Sud-Ouest. .	Lot-et-Garonne, Lot, Aveyron, Tarn-et-Garonne, Tarn, Haute-Garonne, Ariége, Gironde, Landes, Basses-Pyrénées, Gers, Hautes-Pyrénées, Aude, Pyrénées-Orientales.	CORDIER (C ✱).
Ouest.	Dordogne, Corrèze, Vienne, Creuse, Haute-Vienne, Charente, Charente-Inférieure, Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Indre, Loire-Inférieure, Vendée, Deux-Sèvres, Maine-et-Loire.	MIGNERON (O ✱).
Nord-Ouest.	Seine-Inférieure, Eure, Eure-et-Loir, Manche, Calvados, Orne, Sarthe, Mayenne, Ille-et-Vilaine, Côtes-du-Nord, Morbihan, Finistère.	ÉLIE DE BEAUMONT (C ✱).

TABLEAU DU SERVICE DES MINES

AR DIVISIONS, ARRONDISSEMENTS ET SOUS-ARRONDISSEMENTS MINÉRALOGIQUES.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.

DIVISION DU NORD.

DUFRÉNOY (C ✻), Inspecteur général de 2e classe.

Arrondissement de Paris.

JUNCKER (O ✻), Ingénieur en chef, 1re classe.

De Fourcy ✻, 1re cl. Delesse, 1re cl. . . .	Paris.	Seine.	
Lamé-Fleury, 2e cl.	Paris..	Seine-et-Oise . . . . Loiret. . . . . Seine-et-Marne. . .	Moklin, 3e cl. Thouvenin, 3e cl. Roy, 2e cl. Makowiecki, 2e cl.
De Marsilly, 2e cl. .	Amiens.	Somme. Aisne. Oise.	

Arrondissement de Valenciennes.

BOUDOUSQUIÉ ✻, Ing. en chef, 2e cl.

Meugy, 1re cl. . . .	Lille.	Nord.—Arr. de s.-préf. de Lille, Hazebrouk, Dunkerque, Douai.	
Comte, 1re cl.	Valenciennes. .	Nord. — Arr. de s.-préfect. de Valenciennes, Cambrai et Avesnes.	Lévy, 1re cl. Clère, 4e cl.
Dusouich ✻, 1re cl.	Arras.	Pas-de-Calais.	Lauchet, 4e cl.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
		DIVISION DU NORD-EST.	
		Combes (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.	
		Arrondissement de Troyes.	
		Reverchon ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.	
Bère, 2e cl.	Mézières.	Ardennes. . . . . . . Meuse.	Gency, 4e cl. Pogonowski, 4e cl. Huppé, 3e cl.
Service fait par l'ing. en chef. . .	Troyes.	Marne. . . . . Aube. . . . . Yonne.	Ducas, 2e cl. Pestelard, 3e cl.
		Arrondissement de Strasbourg.	
		De Billy ✻, Ingénieur en chef, 1re classe.	
Daubrée ✻, 1re cl. .	Strasbourg. . .	Bas-Rhin	Lebas, 2e cl.
Jutier, 3e cl.	Colmar.	Haut-Rhin. . . . . . Vosges.	Dürrbach, 2e cl. Audoire, 2e cl.
Jacquot, 1re cl. . . .	Metz.	Meurthe. . . . . . . Moselle	Estienvrot, 4e cl. Gérard, 3e cl. Lendroit, 3e cl.
		DIVISION DE L'EST.	
		Chéron (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.	
		Arrondissement de Chaumont.	
		Drouot ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.	
Bossey, 2e cl. . . .	Vesoul.	Haute-Saône.	Paufert, 2e cl. Maintenon, 4e cl.
Service fait par l'ing. en chef. . .	Chaumont. . . .	Haute-Marne	Chambrette, 3e cl. Roze, 3e cl.
Peschart-d'Ambly, 2e cl.	Dijon.	Côte-d'Or.	Tournois, 2e cl. Vallet, 4e cl.
		Arrondissement de Châlon.	
		Delsériès (O ✻), Ingénieur en chef, 1re classe.	
[illegible]vvas, 1re cl. . . .	Châlon.	Saône-et-Loire. . . . Ain.	Mairet, 2e cl. Heuret, 2e cl.
[illegible], 1re cl.	Besançon. . . .	Doubs. . . . . Jura.	Mercanton, 3e cl. (*prov.*)

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
DIVISION DU CENTRE.			
THIRRIA (O ✻), Inspecteur général de 2e classe.			
Arrondissement de Saint-Étienne.			
BAUDIN ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.			
Arnoux, 2e cl.	Saint-Étienne. .	Loire.—Moins les cantons de justice de paix de Rive-de-Gier, St-Chamond et Pelussin.	Koss, 1re cl. Mercier, 3e cl.
Lebleu, élève 1re cl. (*prov.*).	Rive-de-Gier. . .	Loire.—Cant. de Rive-de-Gier, St-Chamond et Pelussin.	Bayon ✻, 1re cl. Laurent, 2e cl.
Guillebot de Nerville, 1re cl.	Lyon.	Rhône.	Rollet, 2e cl.
Arrondissement de Clermont.			
FOURNEL (O ✻), Ingénieur en chef, 1re classe.			
Tournaire, 2e cl. .	Clermont. . . .	Cantal. Puy-de-Dôme. . . . Haute-Loire.	Jusseraud, 1re cl.
Pigeon, 1re cl. . . .	Moulins.	Allier. . . . . Cher. . . . . Nièvre.	Fauglère, 2e cl. Briotet, 3e cl. Skoczynski, 3e cl.
DIVISION DU SUD-EST.			
DE BONNARD (C ✻), Inspecteur général de 1re classe.			
Arrondissement de Grenoble.			
GRAS ✻, Ingénieur en chef, 2e classe.			
Diday ✻, 1re cl. . .	Marseille. . . .	Bouches-du-Rhône. Vaucluse.	Grand, 1re cl.
Meissonnier, 2e cl. .	Draguignan. . .	Var. Basses-Alpes. Corse.	
Roger, 2e cl. . . .	Grenoble. . . .	Isère. . . . . Hautes-Alpes . . . . Drôme.	Bernard(Ch.), 2e cl. Albert, 3e cl.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
DIVISION DU SUD-EST (*suite*).			
Arrondissement d'Alais.			
THIBAUD ✻, Ingénieur en chef, 1re cl.			
Dupont, 1re cl. . . .	Alais.	Gard.	Barnier, 3e cl.
Castel, 3e cl.	Privas.	Ardèche. Lozère.	
Cacarrié, 2e cl. . .	Montpellier. . .	Hérault.	Rouët, 3e cl.
DIVISION DU SUD-OUEST.			
CORDIER (C ✻), Inspecteur général de 1re classe.			
Arrondissement de Bordeaux.			
MANÈS ✻, Ingénieur en chef, 1re cl.			
Service fait par l'ing. en chef. .	Bordeaux. . . .	Gironde. Lot-et-Garonne. . .	Littaut, 4e cl. Canaly, 3e cl.
Sens, 3e cl.	Mont-de-Marsan	Basses-Pyrénées. Landes. Gers.	
Arrondissement de Villefranche.			
SENEZ ✻, ing. en chef, 2e cl.			
Service fait par l'ing. en chef. .	Villefranche. . .	Lot. Tarn-et-Garonne. Tarn.	
Trautmann, 2e cl. .	Rodez.	Aveyron.	Bernard (A.), 1re cl.
Arrondissement de Toulouse.			
VÈNE ✻, Ingénieur en chef, 1re cl.			
De Boucheporn ✻, 1re cl.	Toulouse. . . .	Haute-Garonne. Hautes-Pyrénées.	
. . . .	Carcassonne. . .	Aude. Pyrénées-Orientales.	Étienne, 4e cl.
Cizancourt, 3e cl.	Vic-Dessos. . .	Ariége.	Unicki, 2e cl.

Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Circonscriptions des sous-arrondissements.	Gardes-mines.
DIVISION DE L'OUEST.			
M. MIGNERON (O ✱), Inspecteur général de 1re classe.			
Arrondissement de Périgueux.			
MARROT ✱, Ing. en chef, 1re cl.			
Service fait prov. par l'ing. en chef.	Périgueux. . . .	Dordogne. . . . . . Charente. . . . . . . Charente-Inférieure.	Garnier, 3e cl. Lecoat de Saint-Haouen ✱, 3e cl.
Bochet, 2e cl. . . .	Guéret.	Corrèze. Creuse. . . . . Haute-Vienne. Indre.	Toulza, 4e cl.
Arrondissement de Nantes.			
GRUNER, Ingénieur en chef, 2e cl.			
Service fait prov. par l'ing. en chef.	Nantes..	Loire-Inférieure. . .	Wolski, 1re cl.
Blavier ✱, 3e cl. . .	Angers.	Maine-et-Loire. . . Vendée. Deux-Sèvres.	Orlowski, 2e cl.
Descottes, 1re cl. . .	Tours.	Indre-et-Loire. . . . Loir-et-Cher. Vienne.	Laplanche, 2e cl.
DIVISION DU NORD-OUEST.			
ÉLIE DE BEAUMONT (C ✱), Inspecteur général de 2e classe.			
Arrondissement de Rouen.			
DE SAINT-LÉGER ✱, Ingénieur en chef, 1re cl.			
Hanet-Cléry, 3e cl. .	Rouen.	Seine-Inférieure. . . Eure. Eure-et-Loir.	Gosselin, 3e cl. Jurkowski, 4e cl. Boitel, 4e cl.
Harlé, 1re cl.	Caen.	Manche. Calvados. . . . . . . Orne.	Dunowski, 2e cl.
Arrondissement du Mans.			
DE HENNEZEL ✱, Ing. en chef, 2e cl.			
. . . .	Laval.	Sarthe. . . . . Mayenne.	Legrand, 2e cl.
Durocher ✱, 1re cl.	Rennes.	Ille-et-Vilaine. . . . Côtes-du-Nord. Morbihan. Finistère.	Lalouette-Aljoar, 3e cl. Mathieu, 4e cl.

SERVICES SPÉCIAUX ET SERVICES DIVERS.

Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Résidences.	Gardes-mines.
Surveillance des machines à vapeur dans le département de la Seine.			
LORIEUX ✻, 1re cl.	Callon ✻, 1re cl.	Paris.	Bougarel, 2e cl. Gabriel, 3e cl.
Carrières de Paris et du département de la Seine.			
JUNCKER (O ✻), 1re cl., d. n.	De Fourcy ✻, 1re cl., d. n. Delesse, 1re cl., d. n.	Paris.	
Travaux de consolidation des carrières sous la ville de Fécamp (Seine-Inférieure).			
DE SAINT-LÉGER ✻, 1re cl., d. n.	Hanet-Cléry, 3e cl., d. n.	Rouen	Boitel, 4e cl., d. n.
Études géologiques et météorologiques sur les torrents des Alpes (Dép. : Isère, Drôme, Basses-Alpes, Hautes-Alpes).			
GRAS ✻, 2e cl., d. n.	Roger, 2e cl., d. n.	Grenoble	Les Gardes-mines des départ. de l'Isère et des H.-Alpes.
Topographie du bassin houiller de Valenciennes (Nord).			
BOUDOUSQUIÉ ✻, 2e cl., d. n.	Comte, 1re cl., d. n.	Valenciennes.	Lévy, 1re cl., d. n. Clère, 4e cl., d. n.
Topographie des minières d'Avesnes (Nord).			
BOUDOUSQUIÉ ✻, 2e cl., d. n.	Meugy, 1re cl., d. n.	Lille.	Heuse, 4e cl.
Topographie du bassin houiller d'Aubin (Aveyron).			
SENEZ ✻, 2e cl., d. n.	Trautmann, 2e cl., d. n.	Rodez.	Bernard (A.), 1re cl., d. n.
Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun (S.-et-L.).			
DELSÉRIÈS (O ✻), 1re cl., d. n.	Mœvus, 1re cl., d. n.	Châlon.	Heuret, 2e cl., d. n.
Topographie du terrain d'anthracite de Sarthe et Mayenne.			
DE HENNEZEL ✻, 2e cl., d. n.	L'ing. ord. du sous-arr. de Laval.	Laval.	Legrand, 2e cl., d. n.
Chemin de fer de Paris à Lyon.			
SAUVAGE (O ✻), 2e cl.	. . . .	Paris.	
Expériences sur les propriétés de la vapeur.			
Regnault (O ✻), 2e cl.	. . . .	Paris.	

CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE LA FRANCE.

MM.

DUFRÉNOY (C ✻), Inspect. gén., chargé de la partie occidentale.

ÉLIE DE BEAUMONT (C ✻), Insp. général, chargé de la partie orientale.

CARTES GÉOLOGIQUES DÉPARTEMENTALES.

Départements.	Ingénieurs.
Ardèche.. . . .	VARIN.
Ariége.	De Cizancourt.
Aude.	De Boucheporn ✻.
Charente-Infér.	MANÈS ✻.
Côte-d'Or.. . .	Guillebot de Nerville.
Dordogne.. . .	MARROT ✻.
Doubs..	Boyé.
Gironde.. . . .	Pigeon.
Ille-et-Vilaine..	Durocher ✻
Indre.	Descottes.
Jura.	Boyé.
Loire.	Gruner.
Loire-Infér. . .	Durocher ✻.
Loiret.	Lefébure de Fourcy ✻.
Moselle.	REVERCHON ✻.
Nièvre.	Bertera.
Pas-de-Calais. .	Dusouich ✻.
Puy-de-Dôme. .	BAUDIN ✻.
Pyrénées-Bass..	De Cizancourt.
Rhône.	Pigeon.
Var.	De Villeneuve ✻.

SERVICE DES MINES DE L'ALGÉRIE SOUS LES ORDRES DU MINISTRE DE LA GUERRE.

MM.

		Gardes-Mines.
GARELLA (O ✻), Ing. en ch. 1re cl. . . .	Alger.	Badynski, 1re cl.
Ville, Ing. ordin. 2e cl.	Alger.	Mœvus, 2e cl.
Dubocq, Ing. ordin. 2e cl.	Bône.	Freynet, 2e cl.
Flajolot, Ing. ordin. 3e cl.	Blidah.	Cluny, 2e cl.
		Latil, 2e cl.

INGÉNIEURS DÉTACHÉS, EN DISPONIBILITÉ OU EN RÉSERVE.

INGÉNIEURS ATTACHÉS A L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE.

MM.

Lamé ❋, Ing. en ch. 1re cl. (Examinateur).

De Sénarmont ❋, Ing. en ch. 2e cl. (Examinateur).

Regnault (O ❋), Ing. en chef 2e cl. (Professeur).

MM.

Transon, ingén. ordin. 2e cl. (Répétiteur).

Delaunay, ingén. ord. 1re cl. (Répétiteur).

Bertrand, élève-ingénieur (Répétiteur).

INGÉNIEUR ATTACHÉ A LA MANUFACTURE NATIONALE DES PORCELAINES DE SÈVRES.

M. Ebelmen ❋, Ingénieur ordinaire 1re cl. (Directeur).

INGÉNIEURS EN RÉSERVE.

MM.		MM.	
Blavier ❋. . . .	Ing. en ch. 1re cl.	Declerk.	Ing. ord. 2e cl.
Clapeyron ❋. . .	Ing. en ch. 1re cl.	Gauldrée-Boilleau ❋	Ing. ord. 2e cl.
François ❋. . .	Ing. en ch. 2e cl.	Gentil.	Ing. ord. 2e cl.
Lambert (C.-J.) ❋.	Ing. en ch. 2e cl.	Houpeurt.	Ing. ord. 2e cl.
Varin.	Ing. en ch. 2e cl.	De Lamotte.	Ing. ord. 2e cl.
Gervoy ❋.	Ing. ord. 1re cl.	Martha-Becker. . . .	Ing. ord. 2e cl.
Sagey.	Ing. ord. 1re cl.	Piot.	Ing. ord. 2e cl.
De Villeneuve ❋.	Ing. ord. 1re cl.	Renouf.	Ing. ord. 2e cl.
Delaunay.	Ing. ord. 1re cl.	Labrosse-Luuyt. . .	Ing. ord. 2e cl.
Audibert.	Ing. ord. 2e cl.	De Marignac. . . .	Élève-Ingén.
Debette.	Ing. ord. 2e cl.	Moutard.	Élève-Ingén.

ÉCOLE NATIONALE DES MINES.

MM. ADMINISTRATION.

Dufrénoy (C ✻), Inspecteur général, Directeur de l'École.
Le Play ✻, Ingénieur en chef 1re cl., Inspecteur des études.

ENSEIGNEMENT.

MM. COURS ORAUX.

De Sénarmont ✻, Ing. en ch. 2e cl.	Professeur.	Minéralogie.
Élie de Beaumont (C ✻), Inspect. général 2e cl.	*idem.*	Géologie.
Combes (O ✻), Insp. gén. 2e cl. .	*idem.*	Exploitation.
Le Play ✻, Ing. en chef 1re cl. .	*idem.*	Minéralurgie.
Ebelmen ✻, Ing. ord. 1re cl. . . .	*idem.*	Docimasie.
Couche, Ing. ordin. 1re cl.	*idem.*	Chemins de fer et construction.
Reynaud, Ing. ord. 2e cl.	*idem.*	Économie et législation des mines.

Callon ✻, Ing. ord. 1re cl., Professeur suppléant d'exploitation.
Bayle, Ing. ordin. 2e cl., chargé de leçons sur la Paléontologie.
M. Berthier (O ✻), Insp. gén. en retraite, Prof. honor. de Docimasie.

EXERCICES PRATIQUES.

Laboratoire.	Ebelmen ✻, Ing. ord. 1re cl., *d. n.*, Prof. de docimasie. Rivot, Ing. ordin. 2e cl. Direct. du laboratoire. Daguin, Aide de laboratoire.
Dessin. Lever de plans.	De Chancourtois, Ing. ordin. 2e cl.

COURS PRÉPARATOIRES POUR LES ÉLÈVES EXTERNES.

Sentis, Ing. ordin. 1re cl.	Professeur.	Mécanique analytiq. et Physique élément.
De Chancourtois, Ing. ord. 2e cl., *d. n.*	*idem.*	Géom. descrip appl. Calcul infinitésimal.
Rivot, Ing. ordin., 2e cl., *d. n.* . .	*idem.*	Chimie élémentaire.

COLLECTIONS, BIBLIOTHÈQUE, SECRÉTARIAT.

Le Play ✻, Ingénieur en chef, *d. n*, Conservateur.
Bayle, Ingénieur ordinaire 2e cl., *d. n.*, Adjoint au Conservateur.
Buchère, Secrétaire de l'École, agent comptable.
Adelmann, Garde des collections.
Michelean, Garde de la bibliothèque, chargé des appels.
Vacher, commis expéditionnaire.
Pons, *idem.*

BUREAU D'ESSAIS POUR LES SUBSTANCES MINÉRALES.

Rivot, Ing. ord. 2e cl., *d. n.*, chargé de la direction des essais.
Daguin, Aide de laboratoire, *d. n.*

SERVICE DE SANTÉ.

Lacroix (O ✻), Médecin-Chirurgien.

CONSEIL CENTRAL DES ÉCOLES DE MINES.

L'École des Mines de Paris, l'École des Mineurs de Saint-Étienne et l'École des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, sont placées, en ce qui concerne l'enseignement, sous la direction du Conseil central des Écoles de Mines.

Le Conseil est composé des huit Inspecteurs généraux du corps des Mines, des Ingénieurs-Professeurs à l'École de Paris et des Ingénieurs en chef en service à Paris.

Les Directeur et Professeurs des Écoles de Saint-Étienne et d'Alais assistent au Conseil avec voix délibérative lorsqu'ils se trouvent à Paris en vertu d'une autorisation régulière.

Le Conseil est présidé par le Ministre.

MM.
Cordier (C ❋), Inspecteur général, *Vice-Président.*
De Bonnard (C ❋), *idem.*
Migneron (O ❋), *idem.*
Chéron (O ❋), *idem.*
Dufrénoy (C ❋), *idem.*
Élie de Beaumont (C ❋), *idem.*
Thirria (O ❋), *idem.*
Combes (O ❋), *idem.*
Le Play ❋, Ing. en chef, Professeur, Inspecteur des études.
De Sénarmont ❋, Ing. en chef, Professeur.
Ebelmen ❋, Ing. ordin. *idem.*
Couche, *idem*, *idem.*
Reynaud, *idem*, *idem.*
Juncker (O ❋), Ingénieur en chef.
Lorieux ❋, *idem.*
Lechatelier ❋, *idem.*
Les fonctions de Secrétaire sont remplies par M. Le Play, Ingén. en chef, Inspecteur des études.

ÉLÈVES INGÉNIEURS DES MINES.

ÉLÈVES DE PREMIÈRE CLASSE.

Arrêté du Ministre du 30 avril 1850.

MM. Dubois.
De l'Espée.
De Vassart.
Rocart.
MM. De Saulses de Freycinet.
Lebleu.
Parran.
De Gouvenain.

ÉLÈVES DE DEUXIÈME CLASSE.

Arrêté du Ministre, du 9 septembre 1849.

Résal.
Duchanoy.
Fayard.
Orsel.

Arrêté du Ministre, du 23 octobre 1850.

Fabian.
Linder.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE

(Département de la Loire).

ADMINISTRATION.

M. ROUSSEL-GALLE ✻, Ing. en chef 1re cl., Directeur de l'École.

ENSEIGNEMENT.

MM.

BENOÎT, Ing. ordin., 2e cl.	Professeur.	Minéralogie et Géologie.
FURIET, Ing. ordin., 2e cl.	*idem.*	Préparation mécanique et Machines; Exploitation et Construction.
LAN, ing. ordin., 3e cl. . .	*idem.*	Chimie et Métallurgie.
Janicot, Répétiteur de chimie, Préparat. .		Arithmétique et Comptabilité.
Duhaut, Répétiteur, 1er Surveillant des études.		Géométrie, Lever de plans et Dessin.

Besset, Répétiteur, 2e Surveillant des études.

CONSEIL DE L'ÉCOLE.

Le conseil de l'École est composé de l'Ingénieur en chef, Directeur, et des trois Ingénieurs chargés de l'enseignement.

ÉCOLE DES MAITRES-OUVRIERS-MINEURS D'ALAIS

(Département du Gard).

Cette École est placée sous l'Inspection de l'Ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique d'Alais.

MM.

DUPONT, Ing. ordin.,	1re cl. . .	Directeur de l'École.
Cogniet, garde-mines,	2e cl. . .	Répétiteur, 1er Sous-Maître.
Mittre, *idem.*	4e cl. . .	Répétiteur, 2e Sous-Maître.
Estivalet.		Surveillant des études.

PROMOTIONS

DU 1er JUILLET 1850 AU 1er AOUT 1851.

PROMOTION D'INGÉNIEUR EN CHEF DE 2e CLASSE A LA 1re CLASSE.

Arrêté du Ministre, du 1er mars 1851.

MM. Fénéon.
Michel Chevalier (O ✻).
M. Fournel (O ✻).

PROMOTION D'INGÉNIEURS ORDINAIRES DE 2e CLASSE A LA 1re CLASSE.

Arrêté du Ministre, du 12 avril 1851.

M. Meugy.

PROMOTION D'INGÉNIEURS ORDINAIRES DE 3e CLASSE A LA 2e CLASSE.

Arrêté du Ministre, du 12 avril 1851.

MM. Benoît.
Roger.
Commines de Marsilly.
MM. Lamé-Fleury.
Bère.
Arnoux.

PROMOTION D'ÉLÈVES-INGÉNIEURS AU GRADE D'INGÉNIEUR ORDINAIRE DE 3e CLASSE.

Décret du Président de la République, du 1er février 1851.

M. Méniolle de Cizancourt.

Décret du Président de la République, du 25 février 1851.

MM. Cumenge.
Coulard-Descos.
Lan.
MM. Blavier ✻.
Castel.
Sens.

Décret du Président de la République, du 14 mai 1851.

M. Beudant.

RETRAITES ET DÉCÈS.

DU 1er AOUT 1850 AU 1er AOUT 1851.

RETRAITES.

» » »

DÉCÈS.

» » »

TABLEAU PAR ANCIENNETÉ,

DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE,

DES INGÉNIEURS DES MINES.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE PREMIÈRE CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur	Ingénieur ordin. 2e classe.	Ingénieur ordin. 1re classe.	Ingén. en chef. 2e classe.	Ingén. en chef. 1re classe.	Inspect. général. 2e classe.	Inspect. général. 1re classe.
rdier (C ✻ . . .	31 mars 1777.	16 janv. 1795.	17 janv. 1797.	16 juin 1801.	2 fév. 1809.	»	13 déc. 1810.	27 avril 1832.
Bonnard (C ✻).	8 oct. 1781.	4 janv. 1800.	26 déc. 1801.	4 mai 1802.	29 juin 1810.	1er sept. 1817.	27 avril 1832.	14 sept. 1835.
gneron (O ✻). .	29 août 1781.	26 déc. 1801.	1er janv. 1807.	1er janv. 1811.	26 mai 1824.	1er nov. 1833.	8 mai 1834.	1er juin 1840.

INSPECTEURS GÉNÉRAUX DE DEUXIÈME CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur	Ingénieur ordin. 2e classe.	Ingénieur ordin. 1re classe.	Ingén. en chef. 2e classe.	Ingén. en chef. 1re classe.	Inspecteur général de 2e classe.
éron (O ✻).	1er juill. 1787.	14 oct. 1808.	1er juin 1817.	5 juin 1824.	1er nov. 1833.	26 déc. 1836.	15 déc. 1840.
ifrénoy (C ✻).	5 sept. 1792.	23 nov. 1813.	1er juin 1821.	1er mai 1832.	*id.*	26 janv. 1839.	21 avril 1846.
le de Beaumont (C ✻). .	25 sept. 1798.	15 nov. 1819.	26 mai 1824.	*id.*	*id.*	*id.*	24 mars 1848.
irria (O ✻).	25 fév. 1798.	11 déc. 1817.	1er mai 1822.	*id.*	22 déc. 1836.	15 mars 1842.	*id.*
ombes (O ✻).	26 déc. 1801.	15 nov. 1820.	26 mai 1824.	*id.*	*id.*	23 déc. 1845.	*id.*

INGÉNIEURS EN CHEF DE PREMIÈRE CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur	Aspirant ou Ingénieur de 3e classe.	Ingénieur ordin. 2e classe.	Ingénieur ordin. 1re classe.	Ingén. en chef 2e classe.	Ingén. en chef 1re classe.
Roussel-Galle ✻.	7 oct. 1788.	14 oct. 1808.	12 mai 1812.	1er juin 1817.	5 juin 1824.	1er nov. 1832.	26 déc. [illegible]
Delsériès (O ✻).	3 sept. 1790.	28 sept. 1810.	1er avril 1817.	4 fev. 1820.	12 fév. 1825.	1er nov. 1833.	id.
Levallois (O ✻).	5 mars 1799.	15 nov. 1818.	1er janv. 1822.	26 mai 1824.	1er mai 1832.	id.	5 ma[illegible] [illegible]
Juncker (O ✻).	5 mars 1791.	14 nov. 1811.	1er avril 1817.	4 fev. 1820.	id.	23 nov. 1835.	1er ma[illegible] [illegible]
Thibaud ✻.	20 mai 1793.	23 nov. 1813.	1er juin 1818.	1er juin 1821.	id.	22 déc. 1836.	23 déc. [illegible]
Lamé ✻.	22 juill. 1795.	11 déc. 1817.	20 nov. 1820.	1er mai 1822.	id.	id.	id.
Bineau (C ✻).	18 mai 1805.	15 nov. 1826.	16 mai 1829.	4 juill. 1830.	26 déc. 1836.	29 juill. 1840.	22 mars [illegible]
Manès ✻.	12 mars 1798.	11 déc. 1817.	1er janv. 1822.	26 mai 1824.	1er mai 1832.	1er fev. 1839.	1er juin [illegible]
Marrot ✻	1er juill. 1800.	15 nov. 1819.	1er janv. 1824.	27 avril 1825.	1er nov. 1833.	1er avril 1839.	id.
Lorieux ✻.	22 avril 1800.	15 nov. 1820.	id.	id.	id.	15 juill. 1839.	id.
De Billy ✻.	26 mai 1802.	15 nov. 1822.	16 juin 1826.	2 mai 1827.	26 déc. 1836.	7 mai 1840.	id.
Leplay ✻.	11 avril 1806.	15 nov. 1827.	1er sept. 1830.	25 oct. 1831.	id.	29 juill. 1840.	id.
Clapeyron ✻.	26 janv. 1799.	15 nov. 1818.	20 nov. 1820.	1er mai 1822.	1er mai 1832.	21 sept. 1837.	21 juil. [illegible]
Blavier ✻.	22 fév. 1802.	15 nov. 1821.	1er mai 1825.	26 août 1826.	1er nov. 1833.	15 mai 1840.	id.
De Saint-Léger ✻.	5 avril 1802.	id.	id.	id.	26 déc. 1836.	1er avril 1842.	id.
Vène ✻.	31 mai 1803.	15 nov. 1824.	1er juill. 1828.	6 mai 1829.	id.	1er mai 1843.	id.
Garella (O ✻).	18 avril 1809.	15 nov. 1827.	1er sept. 1831.	1er janv. 1833.	26 janv. 1839.	5 janv. 1844.	id.
De Boureuille (O ✻). . . .	25 déc. 1807.	15 nov. 1828.	16 mai 1832.	1er nov. 1833.	29 avril 1839.	1er déc. 1845.	13 déc. [illegible]
Fénéon.	15 mai 1801.	15 nov. 1823.	5 mai 1827.	2 juillet 1828.	1er nov. 1833.	7 mai 1840.	1er mars [illegible]
Chevalier (*Michel*) (O ✻). .	13 janv. 1806.	20 nov. 1825.	16 mai 1829.	4 juillet 1830.	24 avril 1837.	15 déc. 1846.	id.
Fournel (O ✻).	22 janv. 1799.	15 nov. 1820.	1er janv. 1824.	27 avril 1825.	26 déc. 1836.	5 janv. 1844.	id.

INGÉNIEURS EN CHEF DE DEUXIÈME CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Élève Ingénieur.	Aspirant ou Ingénieur de 3e classe.	Ingénieur ordinaire. 2e classe.	Ingénieur ordinaire. 1re classe.	Ingénieur en chef de 2e classe.
Varin.	22 janv. 1806.	20 nov. 1825.	1er juill. 1828.	6 mai 1829.	26 déc. 1836.	18 mars 1842.
Drouot ✻.	11 déc. 1801.	15 nov. 1824.	*id.*	*id.*	12 mars 1838.	1er janv. 1845.
Gras ✻.	20 jan. 1806.	15 nov. 1826.	1er sept. 1830.	25 oct. 1831.	1er fév. 1839.	1er déc. 1845.
Reverchon ✻.	2 sept. 1806.	15 nov. 1827.	1er sept. 1831.	1er janv. 1833.	*id.*	*id.*
Baudin ✻.	22 janv. 1809.	15 nov. 1828.	16 mai 1832.	1er nov. 1833.	15 janv. 1840.	10 fév. 1847.
Boudousquié ✻.	10 nov. 1802.	15 nov. 1824.	1er juill. 1828.	6 mai 1829.	10 mai 1841.	3 août 1847.
Senez ✻.	24 juin 1807.	15 nov. 1829.	1er nov. 1833.	14 sept. 1835.	1er juin 1841.	*id.*
Gruner.	11 mai 1809.	15 nov. 1830.	*id.*	*id.*	*id.*	*id.*
Lambert ✻.	2 mai 1804.	15 nov. 1824.	1er juill. 1828.	6 mai 1829.	23 déc. 1845.	*id.*
Regnault (O ✻).	21 juill. 1810.	15 nov. 1832.	1er juill. 1836.	15 oct. 1837.	*id.*	7 sept. 1847.
De Hennezel ✻.	2 sept. 1807.	15 nov. 1828.	16 mai 1832.	1er nov. 1833.	*id.*	23 fév. 1848.
De Sénarmont ✻.	6 sept. 1808.	15 nov. 1829.	1er nov. 1833.	14 sept. 1835.	10 mai 1841.	22 mars 1848.
François ✻.	13 juin 1808.	15 nov. 1830.	1er janv. 1834.	29 juin 1836.	23 déc. 1845.	29 avril 1848.
Sauvage (O ✻).	4 avril 1814.	15 nov. 1833.	1er juill. 1837.	1er fév. 1839.	3 avril 1848.	15 août 1848.
Chatelus ✻.	13 juill. 1813.	15 nov. 1832.	1er juill. 1836.	5 mars 1838.	25 juin 1847.	23 mai 1850.
Lechatelier ✻.	20 fév. 1815.	1er déc. 1836.	1er août 1839.	1er juin 1841.	1er juin 1848.	*id.*

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE PREMIÈRE CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur.	Aspirant ou Ingénieur de 3e classe.	Ingénieur ordinaire.	
				2e classe.	1re classe.
De Villeneuve ✱.	19 avril 1803.	15 nov. 1824.	1er juill. 1828.	6 mai 1829.	26 déc. 1836
Sagey.	19 juill. 1804.	15 nov. 1823.	5 mai 1827.	2 juill. 1828.	1er fév. 1839.
Gervoy ✱.	5 mai 1806.	15 nov. 1826.	1er sept. 1830.	25 oct. 1831.	id.
Harlé.	10 sept. 1810.	15 nov. 1829.	1er nov. 1833.	14 sept. 1835.	23 déc. 1845.
Lefébure de Fourcy ✱. . .	19 nov. 1812.	15 nov. 1831.	1er oct. 1834.	9 janv. 1837.	id.
Dusouich ✱.	6 avril 1812.	id.	id.	id.	8 mars 1847.
Didday ✱.	25 juill. 1809.	15 nov. 1830.	id.	id.	id.
Mœvus.	3 fév. 1810.	15 nov. 1831.	1er juill. 1835.	15 sept. 1837.	id.
Ebelmen ✱.	10 juill. 1814.	15 nov. 1833.	1er juill. 1837.	1er fév. 1839.	25 juin 1847
Bertrand de Boucheporn ✱.	5 nov. 1811.	id.	1er août 1838.	15 mai 1840.	id.
Daubrée ✱.	25 juin 1814.	15 nov. 1834.	id.	id.	1er juin 1848.
Sentis	18 juill. 1814.	15 nov. 1835.	1er août 1839.	1er juin 1841.	id.
Callon ✱.	9 déc. 1815.	1er déc. 1836.	id.	id.	id.
Couche.	24 janv. 1815.	15 nov. 1835.	1er mai 1840.	1er avril 1842.	id.
Comte.	27 nov. 1814.	id.	id.	id.	id.
Guillebot de Nerville. . . .	1er mai 1815.	1er déc. 1836.	10 mai 1841.	1er juill. 1843.	id.
Durocher ✱.	31 mai 1817.	1er déc. 1837.	id.	id.	21 juill. 1848.
Boyé.	3 nov. 1814.	1er janv. 1837.	id.	id.	id.
Delaunay.	9 avril 1816.	1er déc. 1836.	22 mai 1841.	id.	id.
Pigeon.	22 juin 1813.	1er fév. 1835.	1er août 1838.	15 mai 1840.	23 mai 1850.
Piérard ✱.	12 sept. 1815.	1er déc. 1837.	20 oct. 1842.	15 juin 1844.	id.
Jacquot.	23 nov. 1817.	15 nov. 1839.	1er juill. 1843.	12 avril 1845.	id.
Delesse.	3 fév. 1817.	id.	id.	id.	id.
Descottes.	14 juin 1818.	id.	id.	id.	id.
Dupont.	15 août 1817.	15 nov. 1838.	id.	id.	id.
Meugy.	8 janv. 1816.	id.	id.	id.	12 avril 1851.

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE DEUXIÈME CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur.	Aspirant ou Ingénieur de 3e classe.	Ingénieur ordinaire de 2e classe.
Reynaud.	14 fév. 1806.	15 nov. 1826.	16 mai 1829.	4 juill. 1830.
Transon.	20 déc. 1805.	20 nov. 1825.	*id.*	*id.*
Vergnette de la Motte.	5 juill. 1806.	15 nov. 1828.	16 mai 1832.	1er nov. 1833.
Martha-Becker.	13 juill. 1808.	15 nov. 1830.	1er janv. 1834.	29 juin 1836.
Declerck.	9 août 1813.	15 nov. 1833.	1er juill. 1837.	1er fév. 1839.
Cacarrié.	27 août 1816.	1er déc. 1837.	4 nov. 1842.	15 juin 1844.
Piot.	21 nov. 1817.	15 nov. 1838.	15 nov. 1842.	*id.*
Audibert.	25 janv. 1820.	15 nov. 1839.	1er juill. 1843.	12 avril 1845.
Furiet.	24 janv. 1819.	15 nov. 1838.	*id.*	*id.*
Meissonnier.	28 août 1818.	*id.*	*id.*	*id.*
Ville.	26 fév. 1820.	15 nov. 1839.	1er janv. 1845.	8 oct. 1846.
Gentil.	30 janv. 1820.	*id.*	*id.*	*id.*
Debette.	9 janv. 1821.	15 nov. 1840.	15 sept. 1845.	10 fév. 1847.
Bertera.	25 mai 1820.	*id.*	*id.*	*id.*
Bayle.	13 oct. 1819.	*id.*	*id.*	*id.*
De Chancourtois.	2 janv. 1820.	*id.*	*id.*	*id.*
Renouf.	11 sept. 1819.	*id.*	*id.*	*id.*
Dubocq.	31 déc. 1820.	7 oct. 1841.	31 mars 1846.	14 oct. 1847.
Bossey.	13 nov. 1820.	15 nov. 1841.	13 juin 1846.	*id.*
Rivot.	12 oct. 1820.	15 nov. 1842.	13 janv. 1847.	20 mars 1848.
Phillips.	21 mai 1821.	*id.*	*id.*	*id.*
Houpeurt.	12 fév. 1822.	*id.*	*id.*	*id.*
Gauldrée-Boilleau ✱.	22 août 1823.	15 nov. 1843.	12 sept. 1847.	21 juill. 1849.
Trautmann.	26 avril 1821.	*id.*	10 mars 1848.	*id.*
Bochet.	14 fév. 1822.	*id.*	20 janv. 1848.	*id.*
Tournaire.	11 mai 1824.	1er fév. 1845.	21 août 1848.	23 mai 1850.
Peschart-d'Ambly.	27 fév. 1823.	*id.*	*id.*	*id.*
Labrosse-Luuyt.	15 déc. 1825.	*id.*	*id.*	*id.*
Benoit.	17 juin 1823.	15 nov. 1845.	*id.*	12 avril 1851.
Roger.	29 avril 1825.	*id.*	1er mars 1849.	*id.*
De Marsilly.	25 juin 1824.	*id.*	*id.*	*id.*
Lamé-Fleury.	27 mai 1823.	*id.*	*id.*	*id.*
Bère.	14 avril 1825.	*id.*	*id.*	*id.*
Arnoux.	15 juin 1823.	*id.*	*id.*	*id.*

INGÉNIEURS ORDINAIRES DE TROISIÈME CLASSE.

Noms des Ingénieurs.	Naissance.	Elève Ingénieur.	Aspirant ou Ingénieur de 3e classe.
Jutier.	1er juin 1826.	31 octob. 1846.	29 mai 1850.
Hanet-Cléry	24 déc. 1824.	*id.*	*id.*
Flajolot.	22 février 1824.	*id.*	*id.*
Méniolle de Cizancourt.	11 mars 1825.	*id.*	1er fév. 1851.
Cumenge.	16 avril 1828.	18 octob. 1847.	25 fév. 1851.
Coulard-Descos.	28 février 1826.	*id.*	*id.*
Lan.	28 février 1826.	*id.*	*id.*
Blavier (Aimé) ✱.	21 août 1827.	*id.*	*id.*
Castel.	31 mars 1826.	*id.*	*id.*
Sens.	20 février 1826.	31 octob. 1846.	*id.*
Beudant.	24 août 1827.	18 octob. 1847.	14 mai 1851.

LISTE GÉNÉRALE
ET ALPHABÉTIQUE
DES INGÉNIEURS DES MINES.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
A		
Ambly (Peschart d'). .	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Dijon. — Div. de l'est.
Arnoux	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Saint-Étienne.—Div. du centre.
Audibert.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Réserve.
B		
Baudin ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl.	Saint-Étienne. — Div. du centre.
Bayle.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris. — École des mines.
Benoit.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Saint-Étienne.—École des mineurs.
Bère.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Mézières.—Div. du nord-est.
Bertera.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Paris, serv. spécial.
Bertrand.	élève hors de conc.	École polytechnique.
Beudant.	ing. ord 3ᵉ cl. . .	École des mines (*prov.*).
Billy (de) ✻.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Strasbourg. — Div. du nord-est et serv. extr.
Bineau (C ✻).	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	*Représentant du peuple.*
Blavier ✻.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Réserve.
Blavier (*Aimé*) ✻. . .	ing. ord. 3ᵉ cl. . .	Angers.—Div. de l'ouest.
Bochet.	ing. ord. 2ᵉ cl. .	Guéret.—Div. de l'ouest.
Boilleau (Gauldrée-)✻.	ing. ord. 2ᵉ cl.	Réserve.
Bonnard (de) (C ✻). .	insp. gén. 1ʳᵉ cl.	Paris.—Division du sud-est.
Bossey.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Vesoul.—Div. de l'est.
Boucheporn (Bertrand de) ✻.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. .	Toulouse. — Div. du sud-ouest.
Boudousquié ✻. . . .	ing. en ch. 2ᵉ cl.	Valenciennes. — Div. du nord et serv. extr.
Boureuille (de) (O ✻).	ing. en ch. 1ʳᵉ cl.	Paris.—Administration centrale.
Boyé.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. .	Besançon.—Div. de l'est.
C		
Cacarrié.	ing. ord. 2ᵉ cl. . .	Montpellier. — Div. du sud-est et service extr.
Callon ✻.	ing. ord. 1ʳᵉ cl. . .	Paris.—Éc. des mines et serv. sp.
Castel.	ing. ord. 3ᵉ cl. . .	Privas.—Div. du sud-ouest.
Chancourtois (de). . .	ing ord. 2ᵉ cl. . .	Paris.—École des mines.
Chatelus ✻.	ing. en ch. 2ᵉ cl. .	Paris.—Administration centrale.
Chéron (O ✻).	insp. gén. 2ᵉ cl. .	Paris.—Division de l'est.
Chevalier (*Michel*) (O ✻).	ing. en ch. 1ʳᵉ cl. .	Paris.—Comm. des ann. des Mines.
Cizancourt (Méniolle de).	ing. ord. 3ᵉ cl. . .	Vic-Dessos. — Divis. du sud-ouest.
Clapeyron ✻.	ing. en ch. 1ʳᵉ cl..	Réserve.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
Cléry (Hanet-).	Ing. ord. 3e cl. .	Rouen.—Div. du nord-ouest.
Combes (O ✻).	Insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division du nord-est.
Comte.	Ing. ord. 1re cl.. .	Valenciennes. - Div. du nord et s. ex.
Cordier (C ✻)..	Insp. gén. 1re cl. .	Paris.—Division du sud-ouest.
Couche.	Ing. ord. 1re cl.. .	École des mines, Annales des mines et serv. spécial.
Cumenge.	Ing. ord. 3e cl.. .	École des mines (*prov.*).
D		
Daubrée ✻..	Ing. ord. 1re cl.. .	Strasbourg.—Div. du nord-est.
Debette.	Ing. ord. 2e cl. . .	Réserve
Declerk..	Ing. ord. 2e cl. . .	Réserve.
Delaunay.	Ing. ord. 1re cl.. .	École polytechnique.
Delesse.	Ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Div. du nord.
Delsériès (O ✻). . . .	Ing. en ch. 1re cl..	Châlon.—Div. de l'est et serv. extr.
Descos (Coulard). . .	Ing. ord. 3e cl.. .	Paris.—Serv. spéc. (*prov.*).
Descottes.	Ing. ord. 1re cl. .	Tours.—Div. de l'ouest et serv. extr.
Diday ✻.	Ing. ord. 1re cl. .	Marseille.—Div. du sud-est et s. ext.
Drouot ✻.	Ing. en ch. 2e cl.	Chaumont.—Div. de l'est.
Dubocq.	Ing. ord. 2e cl. . .	Algérie.
Dubois.	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Duchanoy.	élève 2e cl..	A l'École.
Dufrénoy (C ✻). . . .	Inspect. gén. 2e cl.	Paris.—Div. du nord et Éc. des min.
Dupont.	Ing. ord. 1re cl. .	Alais.—Éc. des maîtres-ouv.-min. et serv. ord. et extr.
Durocher ✻.	Ing. ord. 1re cl.. .	Rennes.—Div. du nord-ouest.
Dusouich ✻.	Ing. ord. 1re cl. .	Arras.—Div. du nord.
E		
Ebelmen ✻.	Ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Éc. des mines. et Manufacture de Sèvres.
Elie de Beaumont (C✻).	Insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division du nord-ouest.
F		
Fabian.	élève 2e cl.	A l'École.
Fayard.	élève 2e cl..	A l'École.
Fénéon.	Ing. en ch. 1re cl..	Avignon.—Service spécial.
Flajolot.	Ing. ord. 3e cl. .	Algérie.
Fournel (O ✻).	Ing. en ch. 1re cl..	Clermont. — Div. du centre.
François ✻.	Ing. en ch. 2e cl. .	Réserve.
Furiet..	Ing. ord. 2e cl. .	Saint-Étienne.—École des mineurs.
G		
Garella (O ✻).	Ing. en ch. 1re cl..	Algérie.
Gentil..	Ing. ord. 2e cl. .	Réserve.
Gervoy ✻..	Ing. ord. 1re cl. .	Réserve.
Gouvenain (de). . . .	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Gras ✻.	Ing. en ch. 2e cl.	Grenoble.—Div. du sud-est et serv. sp.
Gruner.	Ing. en ch. 2e cl.	Nantes.—Div. de l'ouest.
Guillebot de Nerville. .	Ing. ord. 1re cl.. .	Lyon.—Div. du Centre et serv. extr.

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
H		
Harlé.	ing. ord. 1re cl. . .	Caen.—Division du nord-ouest.
Hennezel (de) ❋. . . .	ing. en ch. 2e cl. .	Le Mans.—Div. du nord-ouest.
Houpeurt.	ing. ord. 2e cl. . .	Réserve.
J		
Jacquot.	ing. ord. 1re cl. .	Metz. — Div. du nord-est et service extraordinaire.
Juncker (O ❋).	ing. en ch. 1re cl.	Paris.—Div. du nord et serv. spéc.
Jutier.	ing. ord. 3e cl. . .	Colmar. — Div. du nord est et serv. extraordinaire.
L		
Labrosse-Luuyt. . . .	ing ord. 2e cl. .	Réserve.
Lambert ❋.	ing. en ch. 2e cl.	Réserve.
Lamé ❋.	ing. en ch. 1re cl.	Com. des mach. à vap. et École polyt.
Lamé-Fleury.	ing. ord. 2e cl. .	Paris.—Div. du Nord.
Lamotte (Vergnette de).	ing. ord. 2e cl. .	Réserve.
Lan	ing. ord. 3e cl. . .	St-Étienne. — École des mineurs.
Lebleu.	élève 1re cl. . . .	Rive de Gier (*prov.*).
Lechâtelier ❋.	ing. en ch. 2e cl. .	Paris.—Serv. spécial.
Lefébure de Fourcy ❋.	ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Div. du nord.
Le Play ❋	ing. en ch. 1re cl. .	Paris.— École des mines.
L'Espée (de).	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Levallois (O ❋). . . .	ing. en ch. 1re cl.	Paris —Cons. général des mines.
Linder.	élève 2e cl.	A l'École.
Lorieux ❋.	ing. en ch. 1re cl .	Paris.—Serv. spécial.
M		
Manès ❋.	ing. en ch. 1re cl.	Bordeaux.—Div. du sud-ouest.
Marignac (Gallissart de).	élève ing.	Réserve.
Marrot ❋.	ing. en ch. 1re cl.	Périgueux.—Div. de l'ouest.
Marsilly (Comines de).	ing ord. 2e cl.. .	Amiens. — Div. du nord.
Martha-Becker.	ing. ord. 2e cl. . .	Réserve.
Meissonnier.	ing. ord. 2e cl. .	Draguignan.—Div. du sud-est.
Meugy.	ing. ord. 1re cl. .	Lille.—Div. du nord.
Migneron (O ❋). . . .	insp. gén. 1re cl. .	Paris. - Division de l'ouest.
Mœvus.	ing. ord. 1re cl. .	Châlon.—Div. de l'est.
Moutard.	élève hors de conc.	Réserve.
O		
Orsel.	élève 2e cl. . . .	A l'École.
P		
Parran.	élève 1re cl. . . .	A l'École.
Phillips.	ing. ord. 2e cl. . .	Paris.—Service spécial.
Piérard ❋.	ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Comm. cent. des ch. de fer et serv. spécial.
Pigeon.	ing. ord. 1re cl. .	Moulins.—Div. du Centre.
Piot.	ing. ord. 2e cl. . .	

Noms des Ingénieurs.	Grades.	Services.
R		
Regnault (O ✻).......	ing. en ch. 2e cl.	Com. des mach. à vap. et École polyt.
Renouf.........	ing. ord. 2e cl. ..	Réserve.
Résal..........	élève 2e cl.	A l'École.
Reverchon ✻......	ing. en ch. 2e cl. .	Troyes.—Div. du nord-est. et serv. spécial.
Reynaud.........	ing. ord. 2e cl. ..	Paris.—École des mines.
Rivot..........	ing. ord. 2e cl. ..	Paris.—École des mines.
Rocart.........	élève 2e cl. ...	A l'École.
Roger.	ing. ord. 2e cl. .	Grenoble.—Div. du nord-est.
Roussel-Galle ✻....	ing. en ch. 1re cl..	Saint-Etienne.—École des mineurs.
S		
Sagey..........	ing. ord. 1re cl.. .	Réserve.
Saint-Léger (de) ✻...	ing. en ch. 1re cl.	Rouen. — Div. du nord-ouest et serv. extr.
Saulses de Freycinet (de).........	élève 1re cl. ...	A l'École.
Sauvage (O ✻)......	ing. en ch. 2e cl.	*Chemin de fer de Paris à Lyon.*
Sénarmont ✻ (Hureau de)..........	ing. en ch. 2e cl. .	Paris. — École des mines, École polytechnique.
Senez ✻........	ing. en ch. 2e cl.	Villefranche.—Div. du sud-ouest.
Sens.	ing. ord. 3e cl. ..	Mont-de-Marsan.—Div. du sud-ouest.
Sentis..........	ing. ord. 1re cl. .	Paris.—Serv. spéc. et Éc. des min.
T		
Thibaud ✻.......	ing. en ch. 1re cl.	Alais.—Div. du sud-est.
Thirria (O ✻).....	insp. gén. 2e cl. .	Paris.—Division du centre.
Tournaire........	ing. ord. 2e cl. .	Clermont.—Div. du centre.
Transon........	ing. ord. 2e cl. ..	Ecole polytechnique.
Trautmann.......	ing. ord. 2e cl. ..	Rodez.—Div. du sud.
V		
Varin..........	ing. en ch. 2e cl. .	Réserve.
Vassart (de)......	élève 1re cl. ...	A l'École.
Vène ✻........	ing. en ch. 1re cl. .	Toulouse.—Div. du sud-ouest.
Ville..........	ing. ord. 2e cl. ..	Algérie.
Villeneuve (de) ✻....	ing. ord. 1re cl...	Réserve.

INGÉNIEURS DE TOUS GRADES EN RETRAITE.

Noms.	Grades.	Résidences.	Départements.
MM.			
Berthier (O ✻).	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Burdin ✻.	ing. en ch. dir.	Clermont. . . .	Puy-de-Dôme.
Garnier (O ✻).	insp. gén. .	Paris.	Seine.
Guényveau (O ✻).	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Gueymard (O ✻).	ing. en ch. dir.	Grenoble. . . .	Isère.
Héricart de Thury (O ✻). . .	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Héron de Villefosse (O ✻). . .	insp. gén. . .	Paris.	Seine.
Le Boullenger.	ing. ord. . . .	Paris.	Seine.
Moisson-Desroches.	ing. en ch. . .	Paris.	Seine.
Lefebvre.	ing. en ch. . .	Falaise.	Calvados.
Parrot.	ing. en ch. hon.	Montbéliard. .	Doubs.
Poirier-Saint-Brice.	ing en ch. . .	Paris.	Seine.
Trémery ✻.	ing. en ch. dir.	Fontainebleau.	Seine-et-Marne.

VEUVES D'INGÉNIEURS PENSIONNÉES.

Noms et grades des maris.		Noms des veuves.	Résidences.	Départements.
MM.		Mesd.		
Allou.	ing. en ch. .	Fouillard. . . .	Paris. . . .	Seine.
Baillet.	ing. en ch. .	Payn Duperron.	Paris. . . .	Seine.
Champeaux-Saucy (de).	ing. en ch. .	Collins de Gevaudan.	Semur. . .	Côte-d'Or.
Clère.	ing. en ch. .	Pléjot.	Paris. . . .	Seine.
Collet-Decostils. . .	ing. en ch. .	Vintras.	Paris. . . .	Seine.
Cressac (de). . . .	ing. en ch. .	Lamarque. . .	Poitiers. . .	Vienne.
D'Aubuisson. . . .	ing. en ch. dir.	Vignes de Puylaroque.	Toulouse. .	Hte-Garonne.
Furgaud.	ing. en ch. .	Michellet. . . .	Guéret. . .	Creuse.
De Gallois.	ing. en ch. .	Larges.	St-Étienne.	Loire.
Gabé.	ing. en ch. .	Donguy.	Champvert.	Nièvre.

Noms des Gardes-Mines.	Résidences.	Services.
Mathieu, 4e cl.	Rennes . . .	Ille-et-Vilaine, serv. ord. et s. sp.
Martin, 2e cl.	Paris.	Service spécial (ch. de fer).
Mercanton, 3e cl. . . .	Besançon. . .	Doubs, serv. ord. (*prov.*).
Mercier, 3e cl.	Saint-Étienne.	Loire, serv. ord.
Mittre, 4e cl.	Alais.	Gard, École des maîtres ouvriers-mineurs.
Mœvus, 2e cl.	»	Algérie.
Moklin, 3e cl..	Mennecy. . .	Seine-et-Oise, serv. ord.
O		
Orlowski, 2e cl.. . . .	Angers. . . .	Maine-et-Loire, serv. ord.
P		
Paufert, 2e cl.	Vesoul	Haute-Saône, serv. ord.
Pestelard, 3e cl. . . .	Troyes. . . .	Aube, serv. ord. et serv. spéc.
Pogonowski, 4e cl. . .	Sédan.	Ardennes, serv. ord.
R		
Rollet, 2e cl.	Lyon.	Rhône, serv. ord. et serv. spéc.
Rouët, 3e cl.	Montpellier. .	Hérault, serv. ord. et serv. spéc.
Roulier, 2e cl.	Paris.	Serv. spécial (ch. de fer.)
Roy, 2e cl.	Paris.	Loiret et Seine-et-Marne, s. ord.
Royer, 2e cl..	Paris.	Serv. spécial (ch. de fer).
Roze, 3e cl.	Vassy.	H.-Marne, minières et at. de lavage.
S		
Skoczynski, 3e cl. . .	Nevers. . . .	Nièvre, serv. ord.
T		
Thouvenin, 3e cl. . . .	Versailles. . .	Seine-et-Oise, serv. ord.
Toulza, 4e cl.	Ahun.	Creuse, serv. ord.
Tournois, 2e cl.	Dijon.	Côte-d'Or, serv. ord.
V.		
Vallet, 4e cl.	Châtillon. . .	Côte-d'Or, serv. ordinaire.
W		
Wolski, 1re cl.	Nantes. . . .	Loire-Inf., serv. ord. et bat. à vap.

INGÉNIEURS ET GARDES-MINES
ATTACHÉS AU SERVICE DE SURVEILLANCE ET DE CONTROLE DES CHEMINS DE FER CONCÉDÉS.

gnation des Chemins de fer.	Ingénieurs en chef.	Ingénieurs ordinaires.	Gardes-Mines.
in à Somain.	Boudousquié ❋, 2e cl.	Comte, 1re cl.	Lévy, 1re cl.
à la Grand'Combe et à aucaire.	Fénéon, 1re cl.	Dupont, 1re cl.	Bernier, 3e cl.
ens à Boulogne.	Lechatelier ❋, 2e cl.	Piérard ❋, 1re cl.	Lacombe, 2e cl.
'ézieux à Roanne.	Baudin ❋, 2e cl.	Arnoux, 2e cl.	Koss, 1re cl.
eaux à la Teste.	Manès ❋, 1re cl.	»	»
nin de fer du Centre.		Bertera, 2e cl.	Royer 2e cl. Briotet, 3e cl.
à Saint Quentin.	Lechatelier ❋, 2e cl., d. n.	Piérard ❋, 1re cl., d. n.	Lacombe, 2e cl., d. n.
eille à Avignon.	Fénéon, 1re cl. d. n.	Diday, 1re cl.	Grand, 2e cl.
tereau à Troyes.	Reverchon ❋, 2e cl.	Couche, 1re cl.	Pesteiard, 3e cl.
tbrison à Montrond.	Baudin ❋, 2e cl., d. n.	Arnoux, 2e cl., d. n.	Koss, 1re cl., d. n.
tpellier à Nîmes. tpellier à Cette.	Fénéon, 1re cl. d. n.	Cacarrié, 2e cl.	Rouët, 3e cl.
ans à Bordeaux.	»	Descottes, 1re cl.	Laplanche, 2e cl.
s en Belgique et Embranchements sur Calais et Dunkerque.	Lechatelier ❋, 2e cl., d. n.	Piérard ❋, 1re cl., d. n.	Lacombe, 2e cl., d. n. Fragonard, 2e cl. Roulier, 2e cl.
s à Orléans.	»	Bertera, 2e cl., d. n.	Royer, 2e cl., d. n.
s à Rouen. à Saint-Germain. à Sceaux. à Versailles (riv. d. et r. g.).	»	Sentis, 1re cl.	Golembiowski, 2e cl.
s à Strasbourg et embranchement de Frouard à Saarbruck	Lechatelier ❋, 2e cl., d. n.	Phillips, 2e cl. Jacquot, 1re cl.	Martin, 2e cl. Estienvrot, 4e cl.
en au Havre. en à Dieppe.	»	Sentis, 1re cl., d. n.	Golembiowski, 2e cl., d. n.
t-Étienne à Lyon.	»	Guillebot de Nerville, 1re cl.	Rollet, 2e cl.
t-Étienne à Andrézieux.	Baudin ❋, 2e cl., d. n.	Arnoux, 2e cl., d. n.	Koss, 1re cl., d. n.
sbourg à Bâle et Mulhouse Thann.	De Billy ❋, 1re cl.	Jutier, 3e cl.	Dürrbach, 2e cl.
rs à Nantes.	»	Descottes, 1re cl., d. n.	Laplanche, 2e cl. d. n.

'A. Pour les diverses lignes où ne figurent pas des Ingénieurs en chef des Mines, le service de surnce est placé sous la direction d'un Ingénieur en chef des Ponts-et-Chaussées.

CÔTES-DU-NORD.

Fessard.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Dinan.
Josselin.	Mécanicien.	Dinan.
Gauchet.	Lieutenant de vaisseau en retraite.	Dinan.

DORDOGNE.

Silvestre.	Conducteur, faisant fonctions d'ingénieur ordinaire à Bergerac.	Bergerac.
Rennes	Médecin.	Bergerac.
Eyriniac.	Ancien maire.	Bergerac.
Carré	Pharmacien.	Bergerac.
Bardy.	Mécanicien.	Bergerac.
Rigaud.	Forgeron.	Bergerac.

FINISTÈRE.

Lemoyne.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Brest.
Ronin.	Officier d'artillerie en retraite.	Brest.
Chedeville.	Ingénieur du génie maritime.	Brest.
Fauveau.	Capitaine du génie.	Brest.
Malassis.	Commissaire de l'inscript. maritime.	Brest.
Aumaître.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Morlaix.
Vallée	Président de la chambre de comm.	Morlaix.
Gestin.	Commissaire de l'inscr. maritime.	Morlaix.
Boyer.	Architecte d'arrondissement.	Morlaix.
Le Loutre.	Capitaine au long cours.	Morlaix.
Duval.	Maître de port.	Morlaix.

GARD.

Aurès.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Nîmes.
Thibaud.	Ing. en chef des mines.	Nîmes.
Dupont	Ingénieur des mines.	Nîmes.
Vassas.	Ancien élève de l'École polytech.	Nîmes.
De Costa.	Chef de bataillon du génie.	Nîmes.
Plagniol.	Inspecteur d'Académie en retraite.	Nîmes.
Dombre.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Nîmes.
Rousseau.	Ingénieur civil.	Nîmes.
Gaston Vincens.	Anc. capitaine d'artillerie.	Nîmes.
Audibert.	Directeur de la Compagnie des mines de la Grand'Combe.	Nîmes.
Ducret.	Ingénieur civil.	Nîmes.
Fournier.	Ing. des fonderies et forges d'Alais.	Nîmes.
Bouchet aîné.	Mécanicien.	Nîmes.
Bernard-Brisse.	Anc. capit. d'état major en retraite.	Nîmes.

GARD (*Suite*).

D'Anglas.	Membre du conseil général du département et maire de Beaucaire.	
)e Chastelier.	Ancien pair de France, ancien officier de marine.	
)upont.	Ingénieur des mines.	
'aulin Talabot. . . .	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
)esplaces.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Beaucaire.
;urell.	Ing. du service spécial du Rhône.	
;eorgey.	Directeur des travaux de la compagnie du canal de Beaucaire.	
)elmas.	Ancien capit. du génie.	
,espigue.	Marchand de bois.	
Ialbois.	Membre du conseil gén. du départ.	
)e Bernis.	Propriétaire.	
'hilippe-Vigne. . .	Négociant.	
'eissier.	Juge de paix.	Aigues-Mortes.
.ange.	Inspecteur des douanes.	
;audet.	Maître de port.	
Roux.	Garde du génie.	

GIRONDE.

Ialaure.	Ing. en ch. du service hydraulique.	
Ianès.	Ingénieur en chef des mines.	
)eschamps.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
)rœling.	*Idem.*	
aquemet.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
'airier.	*Idem.*	
Alphand.	*Idem.*	
;hambrelent.	*Idem.*	
,ancelin.	*Idem.*	
;imon.	*Idem.*	
;onnaud.	*Idem.*	Bordeaux.
Richet.	Conducteur des ponts-et-chaussées, faisant fonctions d'ing. ord.	
Aligé.	Capitaine de port à Bordeaux.	
Iaigeon.	Commissaire de l'inscription marit.	
;ouran fils.	Constructeur de navires.	
;ousin père.	Constructeur de machines.	
Iagouty.	Chimiste.	
Stecler.	Ingénieur du chemin de fer de Bordeaux à la Teste.	

HÉRAULT.

Cacarrié.	Ingénieur des mines.	Cette.
Regy.	Ing. en chef du service maritime.	
Ménard.	Ingén. attaché aux travaux du port de Cette.	
Eynard..	Capitaine du port de Cette.	
Raynaud.	Ingénieur civil à Cette.	
Monservin.	Négociant-armateur.	
Fournaire.	Ancien capitaine au long cours.	
Courton.	Commissaire de l'inscription marit.	

ILLE-ET-VILAINE.

Féburier..	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Saint-Malo.
Cunat.	Ancien officier de marine.	
Fontan	Armateur.	
Bourdet.	Chef de la fonderie du Sillon.	
Picard.	Constructeur de navires à St-Malo.	
Gouazon..	Anc. capitaine au long cours.	
Guibert.	Armateur, anc. cap. au long cours.	

Féburier.	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Saint-Malo.
Gouazon.	Anc. capitaine au long cours.	
Cunat.	Ancien officier de marine.	
Debon.	Commiss. de l'inscript. maritime.	
Hercouët	Lieutenant de port.	
Descottes	Fondeur à Saint-Malo.	
Pivert.	Capitaine au long cours, construct. de navires.	

INDRE-ET-LOIRE.

Bailloud.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Tours.
Descottes.	Ingénieur des mines.	
Sagey..	Ingénieur des mines en réserve.	
Mame.	Maire de Tours.	
Borgnet.	Professeur de math. au lycée.	
Jacquemin.	Architecte.	

LOIRE-INFÉRIEURE.

Plantier.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées, directeur.	Nantes.
Jégou	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	

LOIRE-INFÉRIEURE. (*Suite.*)

echalas.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Nantes.
'attier (Alexandre)	*Idem.*	
onamy.	*Idem.*	
. Wattier.	*Idem.*	
lard.	*Idem.*	
iéguillaume. . . .	*Idem.*	
ival.	*Idem.*	
ochet.	Ingénieur des mines.	
ichalard.	Ingénieur maritime à Indret.	
ouvel (Alfred). . .	Lieutenant de vaisseau attaché au service de l'usine d'Indret.	
ernard.	Commissaire-adjoint de la marine.	
eltier.	Capitaine de port à Nantes.	
ertrand-Fourment.	Mécanicien.	
ray..	Constructeur de navires.	
ibigeon fils. . . .	*Idem.*	

LOIRET.

oumes.	Ingénieur en chef de la navigation.	Orléans.
elaître.	Ingénieur de la navigation.	
icave..	Anc. ingénieur en chef des ponts-et-chaussées, maire d'Orléans.	
ermon-Douville. .	Président de la chambre de comm.	
iavannes.	Président du tribunal de commerce.	
'eber.	Mécanicien.	
izard.	Manufacturier	

LOT-ET-GARONNE.

iillebiau.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Agen.
outurier.	*Idem.*	
otche	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
s Orgeries.	*Idem.*	
emay.	Conducteur, f. fonct. d'ing. ord.	
ouydebat.	Secrétaire général de la préfecture.	
irard.	Chef du bureau des travaux publics.	
Sevin.	Agent voyer en chef du départem.	
escressonnières. . .	Ancien élève de l'Ecole Polytech.	
irraud.	*Idem.*	
irtayrès.	Ancien profess. de mathématiques.	

MAINE-ET-LOIRE.

Fourier.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Blavier.	Ingénieur des mines.	
Crosson.	Professeur de mathématiques spéc.	
Houyan.	Mécanicien.	
Grille..	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Angers.
Calabert.	Mécanicien.	
Billard.	Marchand de pompes.	
Lesourd-Delisle. . .	Ancien inspect. de la navigation.	
Rabbe.	Chef de bureau à la préfecture.	

MORBIHAN.

Prétot.	Directeur des constructions navales.	
Plassiard	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Noyon.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Viollet-Dubreuil. . .	*Idem.*	
Lambert.	Ing. en chef dir. des constructions hydr. et dn port militaire.	
Defréminville. . . .	Ing. ord. attaché au même service.	
L'Archevêque-Thibaut.	Sous-dir. des constructions nav.	
Thomeuf.	Ingénieur des construct. navales.	
Guieysse.	*Idem.*	Lorient.
Kéech.	*Idem.*	
Masson.	*Idem.*	
Lecointre.	S.-ing. des constructions navales.	
De Beaubsacq.. . . .	*Idem.*	
De Bussy.	*Idem.*	
Carlet.	*Idem.*	
Le Moine.	*Idem.*	
Michau.	Capitaine de port.	
Chaigneau.	Commissaire de l'inscr. maritime.	

NIÈVRE.

Avril.	Conseiller de préfecture.	
Boucaumont.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	
Guilland.	Lieutenant-colonel d'artillerie.	Nevers.
Bompois.	Propriétaire.	
Gréfis.	Ingénieur mécanicien.	

NORD.

Cuel.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Dunkerque.
De Bormans.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Plock.	*Idem.*	
Lemasson.	*Idem.*	
Omnès.	S.-commissaire de l'inscrip. marit.	
Lefebvre.	Ingénieur mécanicien.	
Caron.	Chef des pilotes.	
Conseil.		

OISE.

Soleau.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Compiègne.
Évrard.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Dubreton.	Capitaine du génie.	
Marouin.	Architecte.	
Blasseau-Desmarest.	Constructeur de bateaux.	

PAS-DE-CALAIS.

Charié.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Boulogne.
Voisin.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Brocquet.	Commissaire de l'inscr. maritime.	
Legris.	Professeur d'hydrographie.	
Pasquet.	Capitaine de port.	
Leblanc.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Calais.
Dières-Monplaisir. . .	Commissaire de la marine.	
Pollet.	Capitaine de port.	
Valdelièvre fils. . .	Mécanicien.	
Dechamps.	Ing. des constructions navales.	

PYRÉNÉES (BASSES-).

)aguenet	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Pau.
uibbert.	Sous-commiss. de l'inscript. marit.	
)artigues.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	
auréguiberry. . . .	Capitaine de port.	
)etroyat.	Membre de la chambre de comm.	
auga.	Constructeur de navires.	
tein.	Mécanicien.	

RHIN (BAS-).

De Billy.	Ing. en chef des mines.	Strasbourg.
Baumgarten.	Ing. en chef du service du Rhin.	
Couturat.	Ing. en chef en retraite.	
Daubrée.	Ingénieur des mines.	
Schwilgué père.	Mécanicien.	
Busch.	Maître batelier.	

RHÔNE.

Jordan.	Ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.	Lyon.
Tabareau.	Doyen de la Faculté des sciences de Lyon.	
Malmazet.	Propriétaire.	
Monmartin.	Ancien officier du génie.	
Perrey.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Bénard.	*Idem.*	
Gros.	*Idem.*	
Thiollière.	Ing. ordin. du service spécial de la Saône.	
Bonnardel.	Adjoint au maire de Lyon.	
Goux.	Ing. ordin. du service spécial du Rhône.	
Rolland de Ravel.	Ingénieur en chef du chemin de fer de Paris à Lyon.	

SAÔNE-ET-LOIRE.

Delsériès.	Ing. en chef des mines.	Châlon.
Comoy.	Ing. en chef du canal du Centre.	
Moreau.	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	
Midy.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
Marx.	*Idem.*	
Cohen.	*Idem.*	
Jacqmin.	*Idem.*	
Mœvus.	Ingénieur des mines.	
Boissenot.	Pharmacien.	
Champonnois-Bugniot.	Négociant.	
N.	Président de la chambre de commerce de Châlon.	
N.	Maire de Châlon.	
Mairet.	Garde-mines.	

SEINE.

Lorieux.	Ingénieur en chef des mines.	Paris.
Michal.	Ing. en ch. des ponts-et-ch., direct.	Paris.
Callon.	Ingénieur des mines.	Paris.
Bruzard.	Architecte de la préfecture.	Paris.
Saulnier.	Membre du cons. gén. des manuf.	Paris.
Guillaume.	Insp. princ. de la navig. et des ports.	Paris.

SEINE-ET-MARNE.

Dajot.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Melun.
Bassompierre-Sewrin.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Melun.
Prévost.	Pharm. à la mais. cent. de Melun.	Melun.
Mangeon.	Architecte du département.	Melun.
Lamé-Fleury.	Ingénieur des mines.	Melun.
Pluyette.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Montereau.
Lefebvre.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	Montereau.
Tonnellier.	Docteur-médecin.	Montereau.
Valette.	Directeur de la manufact. de faïence à Montereau.	Montereau.
Girault-Dabon.	Serrurier-mécanicien.	Montereau.

SEINE-ET-OISE.

Billaudel.	Ing. des ponts-et-chaussées.	St-Germain-en-Laye.
Guy.		St-Germain-en-Laye.
De Breuvery.		St-Germain-en-Laye.
Marcus.		St-Germain-en-Laye.
Du Boulet.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Mantes.
Chevallier.		Mantes.
Tortel.		Mantes.
Desmares.		Mantes.
Vaizières.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Corbeil.
Feray.	Manufacturier.	Corbeil.
Darblay.	*Idem.*	Corbeil.
Laroche.		Corbeil.
Gaigneau.	Manufacturier.	Corbeil.

SEINE-INFÉRIEURE.

Doyat.	Ing. en chef des ponts-et-chaussées.	Rouen.
De Saint-Léger.	Ing. en chef des mines.	Rouen.

SEINE-INFÉRIEURE (*Suite*).

Lepeuple.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Rouen.
Legentil.	*Idem*.	Rouen.
Legrand.	Capitaine de port.	Rouen.
Boucher.	Préposé principal de la navigation de la Seine fluviale.	Rouen.
Gueroult.	Capitaine visiteur de navires.	Rouen.
Delafosse.	Négociant.	Rouen.
Delcourt.	Chef de division à la préfecture.	Rouen.
Boutigny.	Conduct. des ponts-et-chaussées, secrétaire.	Rouen.
Renaud.	Ing. en chef des ports maritimes.	Le Havre.
Chatoney.	Ing. des ponts-et-chaussées.	Le Havre.
Hérard.	*Idem*.	Le Havre.
Guilbert.	Commissaire de l'inscription marit.	Le Havre.
Bigot.	Directeur du port.	Le Havre.
Lemétheyer.	Capitaine du port.	Le Havre.
Deutsch.	Capitaine au long cours et capitaine visiteur.	Le Havre.
Maire.	Conducteur des ponts-et-chaussées.	Le Havre.

SOMME.

Cambuzat.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Delahaye.	Conduct. des ponts-et-chaussées.	Saint-Valery.
Ricard.	Commissaire de la marine.	Saint-Valery.
Darras.	Professeur d'hydrographie.	Saint-Valery.
Gamain.	Lieutenant de port.	Saint-Valery.

VAR.

Kerris.	Ingénieur de la marine.	Toulon.
Dupuy de Lôme. . .	*Idem*.	Toulon.
Gueit.	Architecte de la ville.	Toulon.
Marchand.	Capitaine du port de commerce.	Toulon.
Tassy.	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	Toulon.
Giraud-Daniel . . .	Commissaire de l'inscription marit.	Toulon.

ALGÉRIE (*).

Beguin	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Alger.
N.	Directeur du port d'Alger.	
Massiau	Capitaine de frégate, capit. de port.	
Ville	Ingénieur des mines.	
Blaquier	Aide-commissaire de la marine.	
Infernet	Chef mécanicien de la marine.	
Aucourt	Ing. en ch. des ponts-et-chaussées.	Oran.
De Vauban	Chef du génie.	
Cordé	Lieutenant de vaisseau, directeur du port.	
Bertrand	Aide-commissaire de marine.	
Gréban	Commandant, chef du génie.	Bône.
Dubocq	Ingénieur des mines.	
Bertin	Lieutenant de vaisseau, directeur du port.	
Fouque	Sous-commissaire de marine.	
De Marqué	Capitaine de frégate, commandant de la marine.	[illegible]ville.
Lyonnet	Ingénieur des ponts-et-chaussées.	
De Marsilly	Capitaine, chef du génie.	
Garcin	Capitaine de la santé.	

(*) Les commissions de l'Algérie ont été établies en vertu d'un arrêté du gouverneur général, en date du 17 juillet 1848 ; elles sont chargées de s'assurer que les bateaux à vapeur de commerce français qui stationnent dans les ports de la colonie possèdent toutes les garanties de construction, de stabilité, d'armement, et les appareils de sûreté exigés par l'ordonnance du 17 janvier 1846.

ACTES DE COURAGE ET DE DÉVOUEMENT (1).

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 1er avril 1849, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration pendant le premier trimestre de 1849 (Moniteur *du* 13 *avril* 1849).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLE en or.	en argent.	en bronze.
		SEINE-INFÉRIEURE.		classe.	
COUDRAY (Casimir-Siméon), à Amfreville-les-Champs.	La-Neuville-Champ-d'Oisel, 4 décemb. 1848.	Coudray, au risque d'être asphyxié lui-même, est descendu deux fois dans une marnière remplie de fumée, pour en retirer un ouvrier qui y avait trouvé la mort.		2e	

(1) Voir les notices publiées dans les Annales des mines, 4e série, tome XII, 749 et suivantes; tome XIII, p. 268; tome XIV, p. 683.

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 3 mai 1849, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés depuis le 1er avril précédent (Moniteur *du 4 mai* 1849).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLE en or.	en argent.	en bronze.
		EURE-ET-LOIR.		classe.	
HEURTAULT (Pierre), domicilié à Gohory.	Yèvres, 13 mars 1849.	Heurtault n'a pas hésité à descendre dans le puits d'une marnière, malgré l'imminence du danger, pour délivrer, après un travail opiniâtre, exécuté au milieu de l'obscurité, un ouvrier enseveli par un éboulement. Ils avaient à peine abandonné la galerie, qu'il s'y manifesta un nouvel éboulement encore plus considérable que le premier.		2e	

Extrait d'un rapport adressé au Président de la République, le 1er octobre 1849, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés pendant le troisième trimestre de 1849 (Moniteur du 9 octobre 1849).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES en or.	MÉDAILLES en argent.	MÉDAILLES en bronze.
		NORD.		classe.	
CARVILLE (Jean-Baptiste), entrepreneur.	Le Cateau, 12 août 1849.	Les sieurs Carville, Barbe, Briatte et Betny, n'écoutant que la voix de l'humanité, se sont également dévoués pour secourir trois personnes asphyxiées au fond d'une carrière; malheureusement ils n'ont pu réussir à arracher à la mort les trois victimes. Leur conduite n'en est pas moins digne de récompense.		2e	
BARBE (Antoine), maçon.				2e	
BRIATTE (Joseph), maçon.				2e	
BETNY (François), journalier.				2e	

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 1er avril 1850, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration pendant le premier trismestre de 1850 (Moniteur *du* 18 *avril* 1850).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLE en or.	MÉDAILLE en argent.	MÉDAILLE en bronze.
		SEINE-INFÉRIEURE.		classe.	
GAUDIN (Pierre-Grégoire), médecin.	Quincampoix, 12 nov. 1849.	A exposé ses jours en travaillant pendant plusieurs heures au fond d'une carrière, pour délivrer deux ouvriers ensevelis sous un éboulement considérable de sable.		2e	

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 1er octobre 1850, par le Ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration pendant le troisième trimestre de 1850 (Moniteur *du* 28 *octobre* 1850).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLE en or.	MÉDAILLE en argent.	MÉDAILLE en bronze.
		ALLIER.			
GENTON (Gilbert), ouvrier piocheur aux mines de Commentry.	Commentry, 18 juin 1850.	Genton, n'écoutant que la voix de l'humanité, s'est élancé au secours de deux de ses camarades qui se noyaient dans le grand réservoir des mines de houille de Commentry. Un plein succès a couronné son action courageuse, qui l'a exposé lui-même aux plus grands dangers.		classe. 2e	

Extrait d'un rapport présenté au Président de la République, le 30 avril 1851, par le ministre de l'intérieur, et approuvé par le Président, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration pendant le premier trimestre de 1851 (Moniteur *du 16 juin 1851*).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLE en or.	MÉDAILLE en argent.	MÉDAILLE en bronze.
		CHARENTE.			
DUDOGNON (Pierre), ancien soldat de l'armée d'Afrique.	St-Même, 14 déc. 1848.	Lors de l'éboulement survenu à cette époque, dans les carrières souterraines de Saint-Même, Dudognon a été blessé très-grièvement en cherchant à délivrer les neuf ouvriers qui ont péri dans ce déplorable événement; au moment de dégager les victimes, il fut couvert lui-même de nouveaux blocs détachés de la voûte et criblé d'horribles mutilations.		classe. 1re	

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XIX.

MINÉRALOGIE. — GÉOLOGIE.

CONSTRUCTION ET CHEMINS DE FER.

ADMINISTRATION.

PLANCHES JOINTES AU TOME XIX

DE LA 4e SÉRIE DES ANNALES DES MINES.

Pl. V à XIII. Préparation mécanique dans le Ober-Hartz.

FIN DU TOME XIX.

